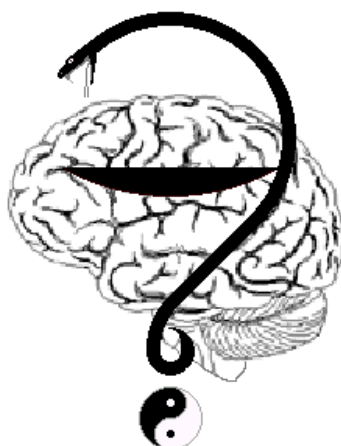


ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. И.П. ПАВЛОВА  
ФГБУН ИНСТИТУТ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ РАН  
ГУ НИ ИНСТИТУТ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ИМ. П.К. АНОХИНА РАМН  
ФГБУН ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОФИЗИКИ РАН  
ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ И САНОКРЕАТОЛОГИИ АН МОЛДОВЫ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Двенадцатый международный междисциплинарный  
конгресс

# НЕЙРОНАУКА ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И ПСИХОЛОГИИ

в рамках подготовки к XXIII Съезду Российского  
Физиологического Общества им. И.П. Павлова  
(Санкт-Петербург, 2017), посвященному 100-летию создания  
этого общества  
Иваном Петровичем Павловым

Судак, Крым, Россия, 1-11 июня 2016 года

# ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНГРЕССА

## ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Е.В. Лосева, д.б.н. (Россия)

## ПРОГРАММНЫЙ НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ

Э.Г. Акмаев, академик РАН (Россия)	А.М. Иваницкий, чл.-корр. РАН (Россия)
С.К. Судаков, чл.-корр. РАН (Россия)	В.Г. Скребницкий, чл.-корр. РАН (Россия)
П.М. Балабан, чл.-корр. РАН (Россия)	Е.А. Умрюхин, чл.-корр. РАН (Россия)
Е.Д. Кобылянский, проф. (Израиль)	Г.Р. Иваницкий, чл.-корр. РАН (Россия)
В.В. Шульговский, проф. (Россия)	В.Г. Пинелис, проф. (Россия)
С.И. Сороко, чл.-корр. РАН (Россия)	А.В. Сидоренко, проф. (Беларусь)
Ю.П. Герасименко, проф. (Россия, США)	А.Ю. Егоров, проф. (Россия)
М.А. Александрова, д.б.н. (Россия)	Ф.И. Фурдуй, академик АН Молдовы
И.Б. Козловская, чл.-корр. РАН (Россия)	И.Н. Тюренков, чл.-корр. РАН (Россия)
В.В. Шерстнёв, чл.-корр. РАН (Россия)	В.Ф. Кичигина, д.б.н. (Россия)
А.В. Латанов, проф. (Россия)	

## РАБОЧИЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

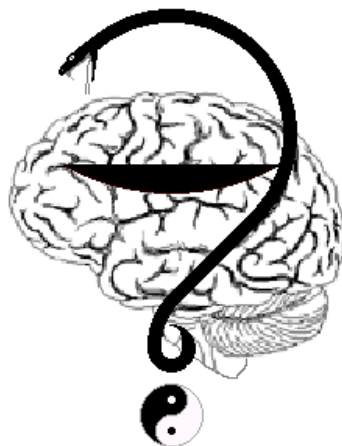
Елена Владимировна Лосева  
Надежда Александровна Логинова  
Владимир Викторович Гаврилов  
Алина Викторовна Крючкова  
Евгения Игоревна Усатова  
Евгений Владимирович Гришин  
Александр Викторович Савельев  
Оксана Васильевна Курская  
Мария Ильинична Зайченко

117485, Москва, ул. Бутлерова 5а,  
ИВНД и НФ РАН; к. 408  
Тел.: +7(495)7893852, доб. 2077  
Факс: +7(499)7430056

E-mail: [brainres.sudak@gmail.com](mailto:brainres.sudak@gmail.com)  
Web site: <http://brainres.ru>

Рабочие языки – русский и английский

I.P. PAVLOV PHYSIOLOGICAL SOCIETY  
INSTITUTE OF HIGHER NERVOUS ACTIVITY AND NEUROPHYSIOLOGY RAS  
P.K. ANOKHIN INSTITUTE OF NORMAL PHYSIOLOGY RAMS  
INSTITUTE OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL BIOPHYSICS RAS  
INSTITUTE OF PHYSIOLOGY AND SANOCREATOLOGY OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF  
MOLDOVA  
BELARUSIAN STATE UNIVERSITY



XII International interdisciplinary congress  
**NEUROSCIENCE FOR MEDICINE AND  
PSYCHOLOGY**

**Sudak, Crimea, Russia, June 1-11, 2016**

## ORGANIZING COMMITTEE OF THE CONGRESS

**CHAIRMAN**  
**E.V. Loseva (Russia)**

### PROGRAMM SCIENTIFIC COMMITTEE

<b>I.G. Akmaev (Russia)</b>	<b>A.M. Ivanitsky (Russia)</b>
<b>C.K. Sudakov (Russia)</b>	<b>V.G. Skrebitskiy (Russia)</b>
<b>P.M. Balaban (Russia)</b>	<b>E.A. Umriukhin (Russia)</b>
<b>E. Kobylansky (Israel)</b>	<b>G.R. Ivanitsky (Russia)</b>
<b>V.V. Shulgovsky (Russia)</b>	<b>V.G. Pinelis (Russia)</b>
<b>C.I. Soroko (Russia)</b>	<b>A.V. Sidorenko (Belarus)</b>
<b>Yu.P. Gerasimenko (Russia, USA)</b>	<b>A.Y. Egorov (Russia)</b>
<b>M.A. Aleksandrova (Russia)</b>	<b>F.I. Furdui (Moldova)</b>
<b>I.B. Kozlovskaya (Russia)</b>	<b>I.N. Turenkov (Russia)</b>
<b>V.V. Sherstnev (Russia)</b>	<b>V.F. Kichigina (Russia)</b>
<b>A.V. Latanov (Russia)</b>	

### WORKING ORGANIZING COMMITTEE

**Dr. Elena Loseva, Dr. Nadezhda Loginova,  
Dr. Vladimir Gavrilov, Alina Kryuchkova,  
Evgenia Usatova, Evgeniy Grishin, Aleksandr Savelyev,  
Dr. Oksana Kurskaya, Dr. Maria Zaichenko**

**Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS,  
117485, Moscow, Butlerova Street, 5A, R.415  
Tel.: +7(495) 7893852 (2077), Fax: +7(499)7430056**

**E-mail: [brainres.sudak@gmail.com](mailto:brainres.sudak@gmail.com)  
Web site: <http://brainres.ru>**

**Working languages – Russian and English**

## ТЕМАТИКА

### ШКОЛА

НОВЕЙШИЕ РАЗРАБОТКИ В ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ НЕЙРОИССЛЕДОВАНИЯХ И ПСИХОЛОГИИ

### СЕКЦИИ КОНГРЕССА

1. Стрессы и неврозы: механизмы, профилактика и коррекция
2. Обучение и память
3. Мышление и сознание
4. Нейрональные механизмы когнитивных процессов
5. Психические расстройства: механизмы и терапия
6. Интегративная деятельность нервной, иммунной и эндокринной систем
7. Нейрофизиология сенсорных систем
8. Нейрофизиология двигательной системы
9. Нейрорегуляция периферических органов
10. Межклеточные взаимодействия в нервной системе
11. Биологически активные вещества – регуляторы функций нервной системы
12. Экспериментальная и клиническая нейрофармакология
13. Воздействие физических факторов различной природы на нервную систему
14. Онтогенез нервной системы
15. Нейродегенеративные заболевания и опухоли мозга
16. Нейробиология сна-бодрствования
17. Санокреатология, формирование и поддержание психического здоровья
18. Методология психофизиологических исследований
19. Клиническая нейродиагностика
20. Нейрокибернетика
21. Нанотехнологии и наноматериалы в биомедицинских исследованиях
22. Нейротехнологии и когнитивные исследования

### СИМПОЗИУМЫ

1. Симпозиум с элементами молодежной научной школы "Современные методы магнитно-резонансной томографии для исследования структурной организации и развития головного мозга"
2. Центральные механизмы кардиоваскулярной регуляции, клинические и прикладные аспекты анализа variability сердечного ритма
3. Интерфейс мозг-компьютер
4. Музыка и мозг
5. Актуальные вопросы нейрофилософии

### МАСТЕР-КЛАСС

«Колобок, колобок, к кому ты катишься?..»

## TOPICS

### SCHOOL

The latest developments in fundamental and applied neuroscience and psychology

### SECTIONS

1. Stress and neurosis: mechanisms, prophylactic and correction
2. Learning and memory
3. Thinking and consciousness
4. Brain mechanisms of cognitive processes
5. Psychiatric disorders: mechanisms and therapy
6. Integrative activity of nervous, immune and endocrine systems
7. Neurophysiology of sensory systems
8. Neurophysiology of the motor system
9. Neuroregulation of peripheral organs
10. Cellular interactions in the nervous system
11. Role of biologically active substances in the nervous system
12. Experimental and clinical neuropharmacology
13. Effects of various physical factors on the nervous system
14. Ontogenesis of the nervous system
15. Neurodegenerative diseases and cerebral tumor
16. Neurobiology of sleep-wakefulness
17. Sanocreatology, formation and maintenance of mental health
18. Methodology of the psychophysiological investigations
19. Clinical neurodiagnostics
20. Neurocybernetics
21. Nanotechnologies in biomedical research
22. Neurotechnologies and cognitive research

### SIMPOSIUMS

1. Symposium and young scientists school "Modern magnetic resonance imaging methods for studies of structural organization and development of the brain"
2. Central mechanisms of cardiovascular regulation, clinical and applied aspects for analysis of heart rate variability
3. Brain-Computer Interface
4. Music and Brain
5. Actual questions of neurophilosophy

### MASTER CLASS

"Kolobok, Kolobok, to whom are you rolling?.."

## НАУЧНАЯ ПРОГРАММА SCIENTIFIC PROGRAM

1-4 июня

June 1-4

ШКОЛА

Новейшие разработки в фундаментальных и прикладных  
нейроисследованиях и психологии

SCHOOL

The latest developments in fundamental and applied neuroscience and  
psychology

Лекции

Lectures

**Базян А.С.** ЭМОЦИОНАЛЬНО НАСЫЩЕННАЯ КОГНИТИВНАЯ КАРТА МОЗГА  
Bazyan A.S. EMOTIONALLY SATURATED COGNITIVE MAP OF BRAIN

**Вербицкий Е.В.** АКТИВАЦИОННАЯ ПРИРОДА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ СНА  
Verbitsky E.V. ACTIVATION NATURE OF INDIVIDUAL DIFFERENCES OF THE SLEEP

**Зубарева О.Е.** ВЛИЯНИЕ ПРОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЦИТОКИНОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ  
ФУНКЦИЙ МОЗГА В РАННЕМ ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ  
Zubareva O.E. EFFECTS OF PROINFLAMMATORY CYTOKINES ON COGNITIVE FUNCTIONS DEVELOPMENT  
DURING EARLY POSTNATAL ONTOGENESIS

**Зуева М.В.** ФРАКТАЛЬНАЯ СЛОЖНОСТЬ СИГНАЛОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ МОЗГА  
Zueva M.V. FRACTAL COMPLEXITY OF THE ENVIRONMENTAL CUES AND THE BRAIN HEALTH

**Капилевич Л.В., Разуванова А.В., Кошельская Е.В., Смердова О.С., Карпова И.А., Медведева Е.В.**  
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СТЕРЕОТИПОВ ПРИ ОСВОЕНИИ СЛОЖНЫХ  
ДВИГАТЕЛЬНЫХ АКТОВ В БЕЗОПОРНОМ ПОЛОЖЕНИИ  
Kapilevich L.V., Razuvanova A.V., Koshelskaya E.V., Smerdova O.S., Karpov I.A., Medvedeva E.V. LAWS OF  
FORMATION MOVEMENT PATTERNS DURING THE DEVELOPMENT OF COMPLEX MOTOR ACTS IN  
UNSUPPORTED POSITION

**Лямин О.И.** РОЛЬ МОДЕЛЕЙ СНА ЖИВОТНЫХ И ПРОСТЫХ ОРГАНИЗМОВ В ИЗУЧЕНИИ НАРУШЕНИЙ  
СНА У ЧЕЛОВЕКА  
Lyamin O.I. THE ROLE OF ANIMAL AND SIMPLE ORGANISM MODELS IN THE UNDERSTANDING OF  
MECHANISMS OF SLEEP DISORDERS IN HUMANS

**Сороко С.И.** ВЫДАЮЩИЕСЯ ДОСТИЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ И ИХ  
ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ  
Soroko S.I. OUTSTANDING ACHIEVEMENTS OF FUNDAMENTAL BIOLOGICAL SCIENCES AND THEIR  
IMPORTANCE FOR APPLIED MEDICINE

**Сотников О.С.** ЩЕЛЕВЫЕ КОНТАКТЫ, СИНЦИТИАЛЬНЫЕ ПЕРФОРАЦИИ И СЛИЯНИЕ НЕЙРОНОВ.  
РЕАБИЛИТАЦИЯ РЕТИКУЛЯРИЗМА ГОЛЬДЖИ

**Супин А.Я.** СЛУХОВАЯ СИСТЕМА КИТООБРАНЫХ: ЭВОЛЮЦИЯ И РЕВОЛЮЦИЯ  
Supin A.Ya. THE AUDITORY SYSTEM OF CETACEANS: EVOLUTION AND REVOLUTION

**Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Глижин А.Г., Врабие В.Г.** ПСИХОСАНОКРЕАТОЛОГИЯ,  
КЛАССИФИКАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ И ПУТИ ИХ  
ИДЕНТИФИКАЦИИ  
Furdui T.I., Ciocchina V.K., Furdui V.T., Glijin A.G., Vrabie V.G. PSYCHOSANOCREATOLOGY, CLASSIFICATION  
OF INDIVIDUAL LEVELS OF MENTAL HEALTH AND THE WAYS OF THEIR IDENTIFICATION

**Ярных В.Л.** НЕИНВАЗИВНОЕ КАРТИРОВАНИЕ МИЕЛИНИЗАЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ИССЛЕДОВАНИЯХ ДЕМИЕЛИНИЗИРУЮЩИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И РАЗВИТИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Yarnykh V.L. NON-INVASIVE MAPPING OF BRAIN MYELINATION IN STUDIES OF DEMYELINATING DISEASES AND DEVELOPMENT OF THE CENTRAL NEURAL SYSTEM

## Доклады Reports

**Аточин Д.Н.** РОЛЬ ОКСИДА АЗОТА В РЕГУЛЯЦИИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ  
Atochin D. ROLE OF NITRIC OXIDE IN CEREBRAL BLOOD FLOW REGULATION

**Бобкова Н.В., Воробьев В.В.** ДОФАМИНЕРГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОЗГА И БОЛЕЗНЬ АЛЬЦГЕЙМЕРА  
Bobkova N.V., Vorobyov V.V. BRAIN DOPAMINERGIC SYSTEM AND ALZHEIMER'S DISEASE

**Бринкен Н.О., Грушвицкий А.А., Пономарев В.А.** МОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА «SmartBCI» ДЛЯ НЕЙРОИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТКИ ИНТЕРФЕЙСОВ «МОЗГ-КОМПЬЮТЕР»  
Brincken N.O., Grushvitskiy A.A., Ponomarev V.A. WIRELESS EEG HEADSET SmartBCI IN NEUROLOGICAL RESEARCH AND BCI DEVELOPMENT

**Гринкевич Л.Н.** НЕЙРОЭПИГЕНЕТИКА – ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
Grinkevich L.N. NEUROEPIGENETICS – ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS

**Карпенко М.Н., Пестерева Н.С., Обламская И.С., Скоморохова Е.А., Крицкая Д.В.** ВОВЛЕЧЕНИЕ КАЛЬПАИНОВОЙ СИСТЕМЫ В РЕГУЛЯЦИЮ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ В НОРМЕ И ПРИ РАЗВИТИИ НЕЙРОПАТОЛОГИИ

Karpenko M.N., Pestereva N.S., Oblamskaya I.S., Skomorokhova E.A., Kritskaya D.V. CALPAIN SYSTEM PARTICIPATES IN THE REGULATION OF DOPAMINE TRANSMISSION UNDER NORMAL AND NEUROPATHOLOGICAL CONDITIONS

**Козловская И.Б.** ПРИРОДА ГИПОГРАВИТАЦИОННОЙ ГИПЕРРЕФЛЕКСИИ  
Kozlovskaya I.B. NATURE OF HYPOGRAVITATIONAL HYPERREFLEXIA

**Корытова Л.И., Корытов О.В., Рыбина Л.А.** НЕЛИНЕЙНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ В ОНКОЛОГИИ  
Korytova L.I., Korytov O.V., Rybina L.A. NONLINEAR EXPOSURE MODALITIES IN ONCOLOGY

**Кудаева И.В.** ВЗАИМОСВЯЗЬ НАРУШЕНИЙ В НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ С ПАТОГЕНЕЗОМ САХАРНОГО ДИАБЕТА

Kudaeva I.V. INTERRELATION OF DISTURBANCES IN THE NERVOUS SYSTEM WITH THE DIABETES MELLITUS PATHOGENESIS

**Куликов А.В.** СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОНЦЕПЦИИ ГЕНОВ-КАНДИДАТОВ В НЕЙРОБИОЛОГИИ И ПСИХИАТРИИ

Kulikov A.V. CANDIDATE GENES IN NEUROSCIENCE AND PSYCHOLOGY. WHERE DO WE STAND?

**Куликова С.П.** СОВРЕМЕННЫЕ НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЛОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ПОМОЩИ МРТ

Kulikova S.P. MODERN NONINVASIVE MRI METHODS FOR INVESTIGATING WHITE MATTER

**Курская О.В.** СИСТЕМА GLP В РОССИЙСКОЙ НАУКЕ

**Липина Т.В.** ФЕНОТИПИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЫШЕЙ: ОТ ГЕНА ДО МОДЕЛИ ПСИХОПАТОЛОГИИ

Lipina T.V. PHENOTYPING OF GENETIC MOUSE LINES: FROM GENE TO MODEL OF PSYCHOPATHOLOGY

**Лосева Е.В.** ХРОНИЧЕСКИЙ СОЦИАЛЬНЫЙ СТРЕСС ПЕРЕНАСЕЛЁННОСТИ: ВОЗДЕЙСТВИЕ НА НЕРВНУЮ И ИММУННУЮ СИСТЕМЫ

Loseva E.V. CHRONIC SOCIAL STRESS OF OVERCROWDING: INFLUENCE ON NERVOUS AND IMMUNE SYSTEM



**Мухамеджанов Э.К. ФУКОИДАН – НАТУРАЛЬНЫЙ ГЕРОПРОТЕКТОР**

**Хорсева Н.И., Григорьев П.Е., Килесса Г.В. ВОЗДЕЙСТВИЕ КОСМОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ ЧЕЛОВЕКА: ВОПРОСЫ ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛОНГИТУДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Khorseva N.I., Grigoriev P.E., Kilessa G.V. IMPACT OF COSMOPHYSICAL FACTORS ON CENTRAL NERVOUS SYSTEM: QUESTIONS OF REPRODUCIBILITY OF LONGITUDIAL STUDY RESULTS

**5-11 июня**

**June 5-11**

## **СЕКЦИИ КОНГРЕССА TOPICS OF CONGRESS**

### **Стрессы и неврозы: механизмы, профилактика и коррекция Stress and neurosis: mechanisms, prophylactic and correction**

**Авалиани Т.В., Апраксина Н.К., Константинов К.В., Сизов В.В., Цикунов С.Г. БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОЗГА У НОРМАЛЬНЫХ И СТРЕССИРОВАННЫХ КРЫС ПРИ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭЭГ-ЗАВИСИМОЙ СТИМУЛЯЦИИ**  
Avaliani T.V., Apraksina N.K., Konstantinov K.V., Sizov V.V., Tsikunov S.G. THE BIOELECTRICAL ACTIVITY OF THE BRAIN IN NORMAL AND STRESSED RATS DURING ACOUSTIC EEG-DEPENDENT STIMULATION

**Баранова К.А. НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И КОРРЕКЦИИ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНЫХ РАССТРОЙСТВ В МОДЕЛЯХ НА ЖИВОТНЫХ**  
Baranova K.A. NEW APPROACHES TO THE PREVENTION AND CORRECTION OF ANXIETY AND DEPRESSIVE DISORDERS IN ANIMAL MODELS

**Белик И.В., Иванцова А.А., Мамедова З.Э. ОБНАРУЖЕНИЕ АУТОАНТИТЕЛ К МОДИФИЦИРОВАННЫМ ЛИПОПРОТЕИНАМ НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ И ИХ КОМПЛЕКСОВ У ПАЦИЕНТОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АТЕРОСКЛЕРОЗА**  
Belik I.V., Ivantsova A.A., Mamedova Z.E. ANTIBODIES TO MODIFIED LIPOPROTEINS LOW DENSITY AND THEIR COMPLEXES IN PATIENTS WITH DIFFERENT MANIFESTATION OF ATHEROSCLEROSIS

**Берестин Д.К., Филатова Д.Ю., Стрельцова Т.В. ИНФОРМАЦИОННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ТРЕМОРА В ОЦЕНКЕ АДАПТАЦИИ К ХОЛОДОВОМУ СТРЕССУ**  
Berestin D.K., Filatova D.S., Streltsova T.V. INFORMATION SIGNIFICANCE OF TREMOR IN THE ASSESSMENT OF ADAPTATION TO COLD STRESS

**Буткевич И.П., Михайленко В.А., Шимараева Т.Н. СТРЕСС В РАННЕМ ВОЗРАСТЕ НАРУШАЕТ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ И ПОВЫШАЕТ БОЛЕВУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВО ВЗРОСЛОМ СОСТОЯНИИ: КОРРЕКЦИЯ БУСПИРОНОМ**  
Butkevich I.P., Mikhailenko V.A., Shimaraeva T.N. STRESS EARLY IN LIFE DISTURBS PSYCHOEMOTIONAL BEHAVIOR AND INCREASES PAIN SENSITIVITY IN THE ADULTHOOD: CORRECTION WITH BUSPIRONE

**Горбачева А.К., Федотова Т.К. ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ РАЗМЕРОВ ТЕЛА У ДЕТЕЙ КАК МАРКЕР УРОВНЯ АНТРОПОГЕНННОГО СТРЕССА**  
Gorbacheva A.K., Fedotova T.K. SEXUAL DIMORPHISM OF CHILDREN BODY DIMENTIONS AS THE MARKER OF THE LEVEL OF THE ANTHROPOGENIC STRESS

**Денисова Е.А., Торубаров Ф.С. ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ПСИХОКОРРЕКЦИИ У ЛИЦ С ТРЕВОЖНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА В ОТДАЛЕННЫЕ СРОКИ ПОСЛЕ СТРЕССОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**  
Denisova E.A., Torubarov F.S. APPLICATIONS OF THE COMBINED PSYCHOCORRECTION FOR PERSONS WITH DISTURBING CONDITIONS OF VARIOUS GENESIS IN THE REMOTE TERMS AFTER STRESSFUL INFLUENCE

**Жигачева И.В., Бурлакова Е.Б., Голощаров А.Н. ГЕРМАНИЙОРГАНИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРЕДОТВРАЩАЕТ ДИСФУНКЦИЮ МИТОХОНДРИЙ В УСЛОВИЯХ ОСТРОЙ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ**  
Zhigacheva I.V., Burlakova E.B., Goloscharov A.N. ORGANOSILICON COMPOUND PREVENTS OF DYSFUNCTION MITOCHONDRIA IN CONDITION OF ACUTE HYPOBARIC HYPOXIA

**Знаменская И.И., Бахчина А.В., Александров Ю.И. СТРЕСС И ОТНОШЕНИЕ К «ЧУЖИМ»**  
Znamenskaya I.I., Bakhchina A.V., Alexandrov Yu.I. STRESS AND ATTITUDE TOWARDS OUTGROUP MEMBERS

**Иванцова А.А., Белик И.В. СПЕЦИФИЧНОСТЬ АУТОАНТИТЕЛ К ЛИПОПРОТЕИНАМ НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ, МОДИФИЦИРОВАННЫМ МИЕЛОПЕРОКСИДАЗОЙ**  
Ivantsova A.A., Belik I.V. THE SPECIFICITY OF THE ANTIBODIES TO LOW-DENSITY LIPOPROTEIN, MODIFIED BY MYELOPEROXIDASE

**Иноземцев А.Н., Карпухина О.В., Бокиева С.Б., Гумаргалиева К.З.** ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС В ЦНС: ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И АНТИОКСИДАНТЫ  
Inozemtsev A.N., Karpukhina O.V., Bokieva S.B., Gumargalieva K.Z. OXIDATIVE STRESS IN THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM: HEAVY METALS AND ANTIOXIDANTS

**Ишинова В.А., Митякова О.Н., Поворинский А.А.** ОБ ИЗМЕНЕНИИ ВЕГЕТАТИВНОГО КОМПОНЕНТА ТРЕВОЖНОСТИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛИ В ПРОЦЕССЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ  
Ishinova V.A., Mityakova O.N., Povorinsky A.A. ABOUT CHANGES OF THE AUTONOMIC COMPONENT OF THE ANXIETY IN CHRONIC PAIN IN THE PROCESS OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL SELF-REGULATION

**Кабардов М.К., Арцишевская Е.В., Бауэр Е.В.** ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ  
Kabardov M.K., Artsishevskaya E.V., Bauer E.A. DIFFERENTIAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL RESOURCES IN THE EDUCATIONAL SYSTEM

**Карпухина О.В., Гумаргалиева К.З., Иноземцев А.Н.** МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА IN VITRO  
Karpukhina O.V., Gumargalieva K.Z., Inozemtsev A.N. MODELING OXIDATIVE STRESS IN VITRO

**Клюева Н.Н., Абдурасулова И.Н., Захарова Е.Т., Мухин В.Н., Никульчева Н.Г.** ВЛИЯНИЕ ЛАКТОФЕРРИНА И ИНСУЛИНА НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ И ЛИПИДЫ СЫВОРОТКИ КРОВИ В БЕТА-АМИЛОИДНОЙ МОДЕЛИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА  
Klueva N.N., Abdurasulova I.N., Zakharova E.T., Mukhin V.N., Nikulcheva N.G. EFFECTS OF LACTOFERRIN AND INSULIN ON COGNITIVE FUNCTIONS AND SERUM LIPIDS IN BETA-AMYLOID MODEL OF ALZHEIMER DISEASE

**Ковалева А.А., Доценко В.И., Скедина М.А.** К ВОПРОСУ ОБ ИНФОРМАТИВНОСТИ МЕТОДА СИНХРОННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ОЦЕНКЕ УРОВНЯ СТРЕССОВОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ  
Kovaleva A.A., Dotsenko V., Skedina M. A. TO QUESTION ABOUT INFORMING OF METHOD SYNCHRONOUS REGISTRATION OF ELECTRIC AND POWER ACTIVITY OF CEREBRUM AT ESTIMATION LEVEL OF STRESS TENSION

**Ковалева А.В., Квитчастый А.В.** ВЛИЯНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ НА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ В СИТУАЦИИ СИМУЛЯЦИИ СТАРТОВОГО СТРЕССА  
**Kovaleva A.V., Kvitchasty A.V.** ATHLETES' PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND THEIR SPORTS PERFORMANCE IN COMPETITIV STRESS SIMULATION

**Кузьмина Т.И.** ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ФЕНОМЕНОЛОГИЯ ИНТРАСОСТОЯНИЙ  
Kuzmina T.I. PSYCHOLOGICAL PHENOMENOLOGY OF INTRACONDITION

**Лактионова О.И.** СВЯЗЬ СКЛОННОСТИ К ДЕВИАНТНОМУ ПОВЕДЕНИЮ С ЛИЧНОСТНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ЧЕЛОВЕКА  
Laktionova O.I. INTERCONNECTION OF PROPENSITY FOR DEVIANT BEHAVIOR WITH THE PERSONAL CHARACTERISTICS OF A MAN

**Леонова М.К., Константинов К.В.** ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЦЕНТРА ВОСПРИЯТИЯ РЕЧИ ПРИ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭЭГ-ЗАВИСИМОЙ СТИМУЛЯЦИИ  
Leonova M., Konstantinov K. THE MODULATION EFFICIENCY OF VERBAL STIMULI PROCESSING IN CONDITIONS OF LISTENING TO THE PATIENT'S OWN TEMPORAL REGIONS EEG ACOUSTIC IMAGE

**Лысенко А.В., Слепцов Р.В.** ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ПРЕДСТАРТОВЫХ СОСТОЯНИЙ БОКСЕРОВ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА  
Lysenko A.V., Sleptsov R.V. THE REGULATION SPECIFICS OF ADOLESCENCE BOXERS PRELAUNCH STATE

**Лысенко Д.С., Асадуллаев А.А.** ИНДУЦИРОВАННЫЕ СТРЕССОМ НАРУШЕНИЯ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ У СТУДЕНТОВ  
Lysenko D.S., Asadullayev A.A. STRESS-INDUCED EATING DISORDERS OF STUDENTS

**Максимов А.М., Белкин В.Ш., Калихман Л., Чумакова А.М., Кобылянский Е.Д.** ОСНОВНОЙ ОБМЕН У ЧЕЛОВЕКА В РАЗЛИЧНЫХ ЭКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ  
Maximov A.L., Belkin V.Sh., Kalichman L., Chumakova A.M., Kobylansky E.D. BASAL METABOLISM IN HUMANS IN DIFFERENT ECO-GEOGRAPHICAL CONDITIONS

**Максудова Е.А., Максудов М.Ю., Пучко Е.В.** ПРЕОДОЛЕНИЕ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПСИХОТРАВМЫ С ПОЗИЦИИ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОДХОДА  
Maksudova E.A., Maksudov M.Y., Puchko E.V. OVERCOMING NEGATIVE CONSEQUENCES OF PSYCHOLOGICAL TRAUMA WITH INTEGRATED APPROACH

**Михайленко В.А., Буткевич И.П., Вершинина Е.А., Астапова М.К.** ДОЛГОВРЕМЕННОЕ ВЛИЯНИЕ ПОВТОРНЫХ СТРЕССОВЫХ И БОЛЕВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В НЕОНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ НА АДАПТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ  
Mikhailenko V.A., Butkevich I.P., Vershinina E.A., Astapova M.K. LONG-TERM EFFECT OF REPEATED STRESSFUL AND PAINFUL IMPACTS DURING NEONATAL PERIOD OF DEVELOPMENT ON ADAPTIVE BEHAVIOR

**Наймушина А.Г., Янтимирова Р.А.** СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫЕ СОСТОЯНИЯ ЖИТЕЛЕЙ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Naymushina A.G., Yantimirova R.A. STRESS-INDUCED STATE OF INHABITANTS OF THE SOUTH TYUMEN REGION

**Никульчева Н.Г., Ключева Н.Н., Парфёнова Н.С., Виноградова Т.В., Калашникова Н.М., Белова Е.В., Цикунов С.Г.** ИЗМЕНЕНИЕ ЛИПИДНОГО СПЕКТРА В ОТДАЛЁННОМ ПЕРИОДЕ ПСИХОГЕННОГО СТРЕССА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА КРЫСАХ САМЦАХ

Nikulcheva N., Klyueva N., Parfenova N., Vinogradova T., Kalashnikova N., Belova E., Tsikunov S. LONG TERM CHANGE OF LIPID PROFILE AFTER A PSYCHOGENIC STRESS IN EXPERIMENT ON MALE RATS

**Павлова М.Б., Левина А.С., Ширяева Н.В., Дюжикова Н.А., Вайдо А.И.** ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭМОЦИОНАЛЬНО-БОЛЕВОГО СТРЕССОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МЕТИЛИРОВАНИЕ ГИСТОНА H3 ПО ЛИЗИНУ 9 В СТРУКТУРАХ МОЗГА КРЫС С РАЗЛИЧНОЙ ВОЗБУДИМОСТЬЮ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Pavlova M.B., Levina A.S., Shiryayeva N.V., Dyuzhikova N.A., Vaido A.I. EFFECTS OF LONGTERM EMOTIONAL PAINFUL STRESS ON HISTONE H3 LYSINE 9 METHYLATION IN BRAIN STRUCTURES OF RATS WITH DIFFERENT EXCITABILITY OF NERVOUS SYSTEM

**Перепелкина О.В., Тарасова А.Ю., Голибродо В.А., Лильп И.Г., Полетаева И.И.** ИЗМЕНЕНИЯ АГРЕССИВНОСТИ И ТРЕВОЖНОСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ КАК РЕЗУЛЬТАТ СЕЛЕКЦИИ НА КОГНИТИВНЫЙ ПРИЗНАК

Perpelkina O.V., Tarasova A.Yu., Golibrodo V.A., Lilip I.G., Poletaeva I.I. CHANGES IN AGGRESSION AND ANXIETY IN LABORATORY MICE AS THE RESULT OF SELECTION FOR COGNITIVE TRAIT

**Посохова М.А., Фатеева Н.М.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЕТОДИК ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЧЕВОГО ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ С ПСЕВДОБУЛЬБАРНОЙ ДИЗАРТРИЕЙ

Posokhova M.A., Fateeva N.M. THE USE OF BREATHING TECHNIQUES IN FORMING SPEECH BREATHING IN CHILDREN WITH A PSEUDOBULBAR DYSARTHRIA

**Рябова О.В., Павлов К.С., Липина Т.В.** КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНДОФЕНОТИПОВ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОГО СТРЕССОВОГО РАССТРОЙСТВА У МЫШЕЙ С ТОЧЕЧНОЙ МУТАЦИЕЙ В ГЕНЕ ФОСФОДИЭСТЕРАЗА 4B (PDE4B-M220T)

Ryabova O.V., Pavlov K.S., Lipina T.V. THE COMPLEX APPROACH TO STUDY ENDOPHENOTYPES RELATED TO POSTTRAUMATIC STRESS DISORDER IN MICE WITH POINT MUTATION IN THE PHOSPHODIESTERASE 4B GENE (PDE4B-M220B)

**Сафоничева О.Г., Сафоничева М.А.** МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПИЛОТНЫЙ ПРОЕКТ ПО РЕАБИЛИТАЦИИ И СОЦИАЛИЗАЦИИ ДЕТЕЙ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Safonicheva O.G., Safonicheva M.A. INTERDISCIPLINARY PILOT PROJECT FOR REHABILITATION AND SOCIALIZATION OF THE CHILDREN WITH MENTAL DISORDERS

**Свидан Н.М.** ВЫБОР ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ПАРАДИГМ У ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ТЕМПЕРАМЕНТА В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ

Svidan N.M. THE CHOICE OF BEHAVIORAL PARADIGM IN INDIVIDUALS WITH DIFFERENT TEMPERAMENTS IN CRISIS SITUATIONS

**Святловская Е.А., Никонова Е.А.** КОЕ-ЧТО О КЕНТАВРАХ, ИЛИ КОРРЕКЦИЯ СТРЕССОГЕННЫХ БЛОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ В ТЕЛЕ СРЕДСТВАМИ ВЕРХОВОЙ ЕЗДЫ

Sviatlovskaya E.A., Nikonova E.A. SOMETHING ABOUT CENTAURUS, OR CORRECTION OF MUSCULAR BLOCKS AND TENSIONS WITH HORSE RIDING

**Скоморохова Е.Б., Пучкова В.А., Дюжикова Н.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТИЛИРОВАНИЯ ДНК ПРОМОТОРНОЙ ОБЛАСТИ ГЕНА *hif1a* В ГИППОКАМПЕ КРЫС ЛИНИЙ С РАЗЛИЧНОЙ ВОЗБУДИМОСТЬЮ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭМОЦИОНАЛЬНО-БОЛЕВОГО СТРЕССОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Skomorohova E.B., Puchkova V.A., Dyuzhikova N.A. STUDY OF DNA METHYLATION OF GENE *hif1a* PROMOTER REGION IN THE RAT HIPPOCAMPUS WITH DIFFERENT EXCITABILITY OF NERVOUS SYSTEM UNDER LONG-TERM EMOTIONAL AND PAIN STRESS

**Умрюхин П.Е., Григорчук О.С.** ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ КОРТИКОСТЕРОНА КРОВИ И ДИНАМИКА СТРЕССИНДУЦИРОВАННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕМОДИНАМИКИ У КРЫС

Umriukhin P.E., Grigorchuk O.S. CORTICOSTERONE BLOOD LEVEL AND HEMODYNAMIC STRESS REACTIVITY IN RATS

**Федотова И.Б., Сурина Н.М., Николаев Г.М., Костына З.А., Полетаева И.И.** ОТДАЛЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НЕОНАТАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КРЫС ЛИНИИ КРУШИНСКОГО-МОЛОДКИНОЙ (КМ)

Fedotova I., Surina N., Nikolaev G.M., Kostina Z., Poletaeva I. REMOTE EFFECTS OF NEONATAL TREATMENTS IN AUDIOGENIC SEIZURE PRONE RATS OF KRUSHINSKY-MOLODKINA (KM) STRAIN

**Филатов М.А., Горбунов Д.В., Шадрин Г.А., Стрельцова Т.В.** ВОЗМОЖЕН ЛИ ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД В ЭФФЕКТЕ ЕСКОВА-ЗИНЧЕНКО ПРИ ХОЛОДОВОМ СТРЕССЕ?

Filatov M.A., Gorbunov D.V., Shadrin G.A., Streltsova T.V. POSSIBLE ENTROPY APPROACH IN EFFECT ESKOVA-ZINCHENKO DURING COLD STRESS?

**Филиппова Е.Б., Савокина О.В., Лесова Е.М.** ВЛИЯНИЕ ПСИХО-ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СПОСОБНОСТИ ЛЕВШЕЙ И ПРАВШЕЙ  
Filippova E.B., Savokina O.V., Lesova E.M. THE INFLUENCE OF PSYCHO-EMOTIONAL TENSION ON THE INTELLECTUAL ABILITY OF LEFT-HANDERS AND RIGHT-HANDERS

**Хаснулин В.И.** СТРЕСС РЕАКЦИЯ У ВАХТОВЫХ РАБОТНИКОВ ПРИ РЕЗКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ В АРКТИКЕ В ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА  
Hasnulin V.I. ROTATIONAL WORKERS STRESS REACTIONS IN THE ARCTIC ABRUPT ATMOSPHERIC PRESSURE CHANGES DURING THE GLOBAL CLIMATE CHANGE

**Хренкова В.В., Абакумова Л.В., Рогинская А.А., Гафиятуллина Г.Ш.** ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВАРИАЦИОННОЙ ПУЛЬСОМЕТРИИ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА УСПЕШНОСТИ АДАПТАЦИИ ИНОСТРАННЫХ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
Khrenkova V.V., Abakumova L.V., Roginskaya A.A., Gafiyatullina G.Sh. THE APPLICATION OF THE VARIATIONAL PULSOMETRY METHOD FOR THE EXPRESS-EVALUATION AND PREDICTION OF ADAPTATION SUCCESSFULNESS OF FOREIGN STUDENTS FROM THE PREPARATORY FACULTY OF THE MEDICAL UNIVERSITY

**Чумакова А.М., Маурер А.М., Кобылянский Е.** ОБОБЩЕННЫЕ ФОТОПОРТРЕТЫ МУЖЧИН – БЕДУИНОВ ЮЖНОГО СИНАЯ  
Chumakova A.M., Maurer A.M., Kobylansky Eu. COMPOSITE PHOTO PORTRAITS OF SOUTHERN SINAI BEDOUINS

**Шихлярова А.И., Жукова Г.В., Коробейникова Е.П., Протасова Т.П., Шейко Е.А., Джимаков С.С., Барышев М.Г., Мащенко Н.М., Бартенева Т.А., Ширнина Е.А., Брагина М.И.** ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АНТИСТРЕССОРНЫХ РЕАКЦИЙ КАК НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ЗДОРОВЬЯ И ДОЛГОЛЕТИЯ  
Shikhliarova A.I., Zhukova G.V., Korobeinikova E.P., Protasova T.P., Sheiko E.A., Dzhimak S.S., Baryshev M.G., Maschenko N.M., Barteneva T.A., Shirnina E.A., Bragina M.I. FORMATION OF THE SYSTEM OF ANTISTRESS REACTIONS AS NONSPECIFIC BASIS OF HEALTH AND LONGEVITY

**Юматов Е.А., Перцов С.С., Дудник Е.Н., Глазачев О.С., Крамм М.Н., Стрелков Н.О.** КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА ВО ВРЕМЯ НОЧНОГО СНА  
Yumatov E.A., Pertsov S.S., Dudnik E.N., Glazachev O.S., Kramm M.N., Strelkov N.O. COMPLEX CONTROL OF EMOTIONAL STRESS AND PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF MAN DURING THE NIGHT

## **Обучение и память Learning and memory**

**Акопян Н.Э., Карапетыан Л.М., Саркисов Г.Т.** ПРОЯВЛЕНИЕ ПОЛОВЫХ РАЗЛИЧИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СПОНТАННОГО ПОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ГРЫЗУНОВ В УСЛОВИЯХ НОВИЗНЫ  
Nakobyan N.E., Karapetyan L.M., Sargisov G.T. EXHIBITING OF SEXUAL DIFFERENCES AT RESEARCH OF SPONTANEOUS BEHAVIOR OF LABORATORY RODENTS IN THE CONDITIONS OF NOVELTY

**Александрович Д.С., Сурманова М.Л.** ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАМЯТИ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТОВ И ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ТРАВМ (ОНМК И ЧМТ) ПУТЁМ АКТУАЛИЗАЦИИ АССОЦИАЦИЙ РАЗНЫХ МОДАЛЬНОСТЕЙ  
Alexandrovich D.S., Surmanova M.L. MEMORY RETRIEVAL AFTER A STROKE AND TRAUMATIC BRAIN INJURY BY ACTUALIZATION OF ASSOCIATIONS OF VARIOUS MODALITIES

**Булава А.И., Гринченко Ю.В.** СНИЖЕНИЕ ЭКСПРЕССИИ c-FOS В ПОЛЕ CA1 ГИППОКАМПА КРЫС В ЗАДАЧЕ АКТИВНОГО ИЗБЕГАНИЯ  
Bulava A.I., Grinchenko Y.V. DECREASE OF c-FOS EXPRESSION IN THE RAT HIPPOCAMPAL FIELD CA1 DURING ACTIVE AVOIDANCE TASK

**Васильева Н.Н.** КОРРЕКЦИЯ РАЗВИТИЯ БИНОКУЛЯРНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ У ДЕТЕЙ С ТРУДНОСТЯМИ В ЧТЕНИИ  
Vasilyeva N.N. CORRECTION OF BINOCULAR VISUAL MECHANISMS IN CHILDREN WITH READING DIFFICULTIES

**Гаврилов В.В., Сомик Л.Е., Попова Е.А.** ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОДНОГО И ТОГО ЖЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ПРИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОСТИ ОПЫТА  
Gavrilov V.V., Somik L.E., Popova E.A. BRAIN ACTIVITY IN ONE AND THE SAME INSTRUMENTAL FEEDING BEHAVIOR DEPENDS ON DEGREE OF DIFFERENTIATION OF INDIVIDUAL EXPERIENCE

**Горкин А.Г., Ивлиева Н.П.** ПЕРЕСТРОЙКИ АКТИВНОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ НЕЙРОНОВ ПРИ ПОТЕРЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ  
Gorkin A.G., Ivlieva N.P. RESTRUCTURING ACTIVITIES OF THE SPECIALIZED NEURONS FOLLOWING LOSS OF PERFORMANCE EFFECTIVENESS

**Гребнева Н.Н., Сазанова Т.В., Смирнова М.В.** ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С РАЗНЫМИ ПРОФИЛЯМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА  
Grebneva N.N., Sazanova T.V., Smirnova M.V. FEATURES OF CHILDREN'S DEVELOPMENT WITH DIFFERENT PROFILES OF FUNCTIONAL HEMISPHERIC ASSYMETRY IN CONDITIONS OF THE NORTH

**Гринкевич Л.Н.** ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АКТИВАТОРНЫХ И ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ (ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)  
Grinkevich L.N. INTERACTION OF ACTIVATORY AND INHIBITORY PATHWAYS INVOLVED IN THE LONG-TERM MEMORY FORMATION (EPIGENETIC ASPECTS)

**Гуляева С.И., Сулин В.Ю., Вашанов Г.А., Сулин А.В., Буркова Я.О., Масютина О.Н.** НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТА «СТРЕЛОК»  
Gulyaeva S. I., Sulin V.U., Vashanov G.A., Sulin A.V., Burkova Ya.O., Masyutina O.N. ELECTROPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF SUBJECT'S PURPOSEFUL BEHAVIOR OF STUDENTS DURING THE PERFORMANCE OF THE COMPUTER TEST "SHOOTER"

**Еникеева Р.Ф., Казанцева А.В., Такиева Р.Д., Хуснутдинова Э.К.** РОЛЬ ГЕНА В-КАТЕИНА (*CTNNB1*) В ФОРМИРОВАНИИ ВЫСОКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТРЕВОЖНОСТИ. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И СРЕДОВЫЕ АСПЕКТЫ  
Enikeeva R.F., Kazantseva A.V., Takieva R.D., Khusnutdinova E.K. THE ROLE OF GENE BETA-CATENIN (*CTNNB1*) IN THE DEVELOPMENT OF HIGH MATHEMATICAL ANXIETY VARIATIONS IN GXE CONTEXT

**Зайченко М.И., Баженова Д.А., Шаркова А.В., Григорьян Г.А., Мержанова Г.Х.** СПОСОБНОСТЬ К ОБУЧЕНИЮ КРЫС В РАДИАЛЬНОМ ЛАБИРИНТЕ ЗАВИСИТ ОТ УРОВНЯ ИМПУЛЬСИВНОСТИ  
Zaichenko M.I., Bazhenova D.A., Sharkova A.V., Grigoryan G.A., Merzhanova G.Kh. LEARNING ABILITY OF RATS IN THE RADIAL MAZE DEPENDS ON THE IMPULSIVITY LEVEL

**Константинов К.В., Леонова М.К.** ДИНАМИКА ПАРАМЕТРОВ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ В УСЛОВИЯХ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭЭГ-ЗАВИСИМОЙ СТИМУЛЯЦИИ  
Konstantinov K., Leonova M. DYNAMICS OF SPEECH PERCEPTION CENTER FUNCTIONAL ACTIVITY IN CONDITIONS OF EEG-DEPENDENT STIMULATION ACOUSTIC IMAGE

**Кузина Е.А.** ВРЕМЕННЫЕ И НЕЙРОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ "ОДНОГО И ТОГО ЖЕ" ПОВЕДЕНИЯ СПУСТЯ РАЗНОЕ ВРЕМЯ ПОСЛЕ ОБУЧЕНИЯ  
Kuzina E.A. TEMPORAL AND NEURONAL CHARACTERISTICS OF "THE SAME" BEHAVIOUR FOLLOWING DIFFERENT TIME INTERVALS AFTER LEARNING

**Кузина Е.А., Александров Ю.И.** АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ КОРЫ КРЫС В ПОВЕДЕНИИ, СФОРМИРОВАННОМ С РАЗНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ЭТАПОВ ОБУЧЕНИЯ  
Kuzina E.A., Alexandrov Yu.I. SINGLE UNIT ACTIVITY OF THE RAT RETROSPLENIAL CORTEX DURING INSTRUMENTAL BEHAVIOR FORMED WITH DIFFERENT NUMBER OF LEARNING STAGES

**Кундупьян О.Л., Айдаркин Е.К., Кундупьян Ю.Л., Бибов М.Ю.** КОГНИТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ РЕШЕНИЯ ВЕРБАЛЬНЫХ И НЕВЕРБАЛЬНЫХ ЗАДАЧ, И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С УСПЕШНОСТЬЮ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ  
Kundupyran O.L., Aydarkin E.K., Kundupyran Y.L., Bibov M.Yu. COGNITIVE STRATEGIES OF VERBAL AND NON-VERBAL TASK SOLVING IN THE CONTEXT OF SUCCESSFUL TEACHING OF STUDENTS

**Левашов О.В.** УВЛЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫМИ ИГРАМИ В ДОШКОЛЬНОМ ВОЗРАСТЕ ЗАТРУДНЯЕТ РАЗВИТИЕ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ  
Levashov O. ADDICTION TO COMPUTER GAMES IN PRESCHOOL AGE DETERIORATES THE WORKING MEMORY

**Левашов О.В., Берлов С.П.** ПОЧЕМУ ШКОЛЬНИКИ ПЛОХО ПОНИМАЮТ ОСНОВЫ ФИЗИКИ  
Levashov O., Berlov S. WHY STUDENTS DON'T UNDERSTAND THE BASE OF PHYSICS

**Липина Т.В., Джикелек М., Береговой Н.А., Старостина М.В., Паломо В., Перез Д.И., Мартинез А., Родер Д.С.** БЛОКАДА ГЛИКОГЕН СИНТАЗ КИНАЗЫ-3 ПРЕДОТВРАЩАЕТ СИНАПТИЧЕСКОЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЕ ОСЛАБЛЕНИЕ (ДЕПРЕССИЮ) И УСИЛИВАЕТ КОГНИТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ У МЫШЕЙ C57BL/6J  
Lipina T.V., Jekielek M., Beregovaya N.A., Starostina M.V., Palomoe V., Pereze D.I., A. Martineze, Roder J.C. INHIBITION OF GLYCOGEN SYNTHASE KINASE 3 PREVENTS SYNAPTIC LONG-TERM DEPRESSION AND FACILITATES COGNITION IN C57BL/6J MICE

**Муртазина Е.П., Гурковский Б.В., Журавлев Б.В., Сабанина Н.Р.** ОСОБЕННОСТИ САМОПРОИЗВОЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ КРЫС ВЫБОРУ ПУСКОВЫХ И ЦЕЛЕВЫХ СИГНАЛОВ В ИНТЕРАКТИВНОЙ СРЕДЕ  
Murtazina E.P., Gurkovskiy B.V., Zhuravlev B.V., Sabanina N.R. FEATURES OF RATS' SELF-LEARNING TO CHOOSE CONDITIONAL SIGNALS AND REINFORCEMENTS IN AN INTERACTIVE ENVIRONMENT

**Нестерова М.А.** НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
Nesterova M.A. NEUROTECHNOLOGIES IN EDUCATION: CHALLENGES AND PERSPECTIVES

**Никольская К.А.** ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПАТТЕРНОВ, СОПРОВОЖДАЕМЫЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС У КРЫС ВИСТАР  
Nikolskaya K.A. TYPOLOGICAL FEATURES OF PSYCHOEMOTIONAL PATTERNS ACCOMPANING THE GOGNITIVE PROCESS IN WISTAR RATS

**Овчинникова Л.И., Баклашова О.Н., Антипов В.Н.** КРЕАТИВНОЕ РАЗВИТИЕ – СУЩНОСТЬ ФЕНОМЕНА ТРЕХМЕРНОГО ВОСПРИЯТИЯ ОБРАЗОВ ПЛОСКОСТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

**Павлова И.В., Рысакова М.П., Брошевицкая Н.Д., Аксенова Ю.В.** РОЛЬ РЕЦЕПТОРОВ СЕРОТОНИНА (5-НТ1А) В БАЗОЛАТЕРАЛЬНОЙ МИНДАЛИНЕ В МОДУЛЯЦИИ ПОВЕДЕНИЯ КРЫС С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ТРЕВОЖНОСТИ И СТРАХА  
Pavlova I.V., Rysakova M.P., Broshevitzkaja N.D., Aksenova Yu. V. THE ROLE OF SEROTONIN RECEPTORS (5-HT1A) IN BASOLATERAL AMYGDALA IN MODULATION OF BEHAVIOR IN RATS WITH DIFFERENT LEVELS OF ANXIETY AND FEAR

**Панова С.А., Нагаева Е.И., Кириллова А.В., Янцев А.В.** ВОЗДЕЙСТВИЕ СУТОЧНОЙ ЗАГРУЖЕННОСТИ РАБОТЫ С КОМПЬЮТЕРОМ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПАМЯТИ И ВНИМАНИЯ У СТАРШЕКЛАССНИКОВ  
Panova S. A., Nagaeva E.I., Kirillova A.V., Yantsev A.V. EFFECTS OF DAILY COMPUTER WORKING TO MEMORY AND ATTENTION INDICATORS AT SENIOR PUPILS

**Попов В.А.** В ОСНОВЕ ГОМОСИНАПТИЧЕСКОЙ ДЕПРИВАЦИОННОЙ ПОТЕНЦИАЦИИ ОТВЕТОВ НЕЙРОНОВ ПОЛЯ CA1 ГИППОКАМПА ЛЕЖАТ ПРЕСИНАПТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ  
Popov V.A. PRESYNAPTIC MECHANISMS UNDERLIE THE HOMOSYNAPTIC DEPRIVATIONAL POTENTIATION OF THE RESPONSES OF HIPPOCAMPAL CA1 NEURONS

**Соловьева О.А., Кузина Е.А., Ивлиева Н.П., Горкин А.Г., Александров Ю.И.** РАЗЛИЧИЯ СВЯЗИ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ С ПОВЕДЕНИЕМ У КРЫС РАЗНОГО ВОЗРАСТА  
Solovieva O.A., Kuzina E.A., Mlieva N.P., Gorkin A.G., Alexandrov Yu.I. DIFFERENCES IN BEHAVIORALLY SPECIFIC CELLS FIRING IN RATS OF DIFFERENT AGE

**Трифонов Н.Ю., Муртазина Е.П., Журавлев Б.В.** АНАЛИЗ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ИНСТРУКЦИИ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
Trifonova N.Y., Murtazina E.P., Zhuravlev B.V. ANALYSIS NEUROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS DURING STUDYING INSTRUCTION OF SUBSEQUENT VISUAL-MOTOR ACTIVITIES

**Федосова Е.А., Саркисова К.Ю., Шацкова А.Б., Базян А.С.** ВЛИЯНИЕ ОСТРОГО ВВЕДЕНИЯ L-ДОФА НА ПИК-ВОЛНОВУЮ АКТИВНОСТЬ, ОБУЧЕНИЕ И ПАМЯТЬ У 6-МЕСЯЧНЫХ КРЫС ЛИНИИ WAG/Rij С ГЕНЕТИЧЕСКОЙ АБСАНС-ЭПИЛЕПСИЕЙ  
Fedosova E.A., Sarkisova K.Yu., Shatskova A.B., Bazyan A.S. EFFECTS OF ACUTE INJECTION OF L-DOPA ON SPIKE-WAVE DISCHARGES, LEARNING AND MEMORY IN 6-MONTHS-OLD WAG/RIJ RATS WITH GENETIC ABSENCE EPILEPSY

**Федосова Е.А., Базян А.С.** ЗАВИСИМОЕ ОТ ВОЗРАСТА НАРАСТАНИЕ ДЕФИЦИТА ДА СИСТЕМЫ У КРЫС ЛИНИИ WAG/RIJ, ИНДУКЦИЯ ДЕПРЕССИВНОСТИ И УХУДШЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОДКРЕПЛЕНИЯ  
Fedosova E.A., Bazyan A.S. DEPENDING ON THE AGE GROWING DEFICIT OF DA SYSTEM IN WAG/Rij RATS, INDUCTION DEPRESSION AND IMPAIRMENT OF THE REINFORCEMENT PROCESS

**Халитова А.Р., Григорьев И.В., Куликов Ю.В.** ВЛИЯНИЕ ДЕЗИНФОРМАЦИИ И ДОМЫСЛИВАНИЯ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЛОЖНЫХ ВОСПОМИНАНИЙ

**Хоч Н.С., Якубович А.В., Каштанова Т.В.** ВЗАИМОСВЯЗИ СТИЛЕЙ УЧЕБНОЙ И НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ С ОСОБЕННОСТЯМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПСИХИЧЕСКОЙ АСИММЕТРИИ  
Hoch N.S., Yakubovich A.V., Kashtanova T.V. CORRELATION BETWEEN STYLES OF EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC ACTIVITIES OF STUDENTS AND FEATURES OF FUNCTIONAL ASYMMETRY

**Чистякова О.В., Сухов И.Б., Шипилов В.Н., Шпаков А.О.** ВЛИЯНИЕ ИНТРАНАЗАЛЬНО ВВОДИМЫХ ИНСУЛИНА И СЕРОТОНИНА НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ КРЫС С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2-ГО ТИПА  
Chistyakova O.V., Sukhov I.B., Shipilov V.N., Shpakov A.O. THE EFFECT OF INTRANASALLY ADMINISTERED INSULIN AND SEROTONIN ON THE COGNITIVE FUNCTIONS IN RATS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS

**Шпагонова Н.Г., Садов В.А., Петрович Д.Л.** ЭТАЛОНЫ ПАМЯТИ: СОХРАНЕНИЕ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ  
Shpagonova N.G., Sadov V.A., Petrovich D.L. MEMORY STANDARDS: PRESERVATION AND REPRODUCTION

**Шпрингель Н.А., Муртазина Е.П., Журавлев Б.В.** АНАЛИЗ СПЕКТРАЛЬНО-КОГЕРЕНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЭГ У ИСПЫТУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ НОВИЗНЫ СЕНСОМОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
Shpringel N.A., Murtazina E.P., Zhuravlev B.V. ANALYSIS OF THE SPECTRAL-COHERENT CHARACTERISTICS EEG IN SUBJECT IN THE CONDITION OF NOVELTY SENSORIMOTOR ACTIVITIES

## **Мышление и сознание Thinking and consciousness**

**Большевидцева И.Л., Кэрзуш Я.В., Дерябина И.Н., Нехорошкова А.Н.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЖЕНЩИН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ТРЕВОГИ  
Bolshevidtseva I.L., Kereush Y.V., Deryabina I.N., Nekhoroshkova A.N. NEUROPHYSIOLOGICAL FEATURES OF ELDERLY WOMEN WITH HIGH LEVEL OF ANXIETY

**Данилов А.Д., Тельнова В.Г.** МАТЕРИАЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА МЫШЛЕНИЯ И МЫСЛИ  
Danilov A., Telnova V. THE MATERIALITY OF THINKING PROCESS AND THOUGHT

**Данилов А.Д., Тельнова В.Г.** МАТЕРИАЛЬНОСТЬ МЫШЛЕНИЯ И АКВАСИСТЕМНАЯ ГИМНАСТИКА. АНТИОКСИДАНТНЫЕ SPA ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АНТИВОЗРАСТНОЙ ФИЗИОТЕРАПИИ. ИНТЕРВАЛЬНАЯ НЕЙРОМИОСТИМУЛЯЦИЯ И ПЛАСТИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

**Джос Ю.С., Дерябина И.Н., Кэрзуш Я.В., Большевидцева И.Л.** ХАРАКТЕРИСТИКА ЗНАЧЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ЖЕНЩИН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ЛИЧНОСТНОЙ ТРЕВОЖНОСТИ  
Dzhos Y.S., Deryabina I.N., Kereush Y.V., Bolshevidtseva I.L. THE CHARACTERISTIC OF SPECTRAL POWER OF BRAIN BIOELECTRICAL ACTIVITY IN ELDERLY WOMEN WITH HIGH PERSONAL ANXIETY

**Копаладзе Р.А.** ТРАНСЦЕНДЕНТНЫЙ БИХЕВИОРИЗМ  
Kopaladze R.A. TRANSCENDENTAL BEHAVIORISM

**Маврикиди Ф.И.** ЧИСЛОВАЯ АСИММЕТРИЯ СОЗНАНИЯ  
Mavrikidi F.I. NUMBER ASYMMETRY OF CONSCIOUSNESS

**Орлов В.И., Вислобоков А.И., Прошева В.И.** ПАМЯТЬ НЕЙРОНОВ И ИХ СЕТЕЙ  
Orlov V., Vislobokov A., Prosheva V. THE MEMORY OF NEURONS AND ITS NETWORKS

**Плеханова Л.Н.** ФОРМИРОВАНИЕ ЛИДЕРСКИХ КАЧЕСТВ В КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЯХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫХ ИГР  
Plekhanova L.N. CREATING LEADERSHIP SKILLS IN CONFLICT SITUATIONS OF STEM-GAMES

**Рябчикова Н.А., Базиян Б.Х., Бец Л.В., Дамянович Е.** ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ  
Ryabchikova N.A., Baziyan B.H., Betz L.V., Damjanovic E.V. FUNTIONAL SIMULATION OF PROBABILISTIC PROGNOSIS IN PROBLTM SITUATIONS

**Тыкежанова Г., Нугуманова Ш., Алшынбекова Г., Бейсетаев Р., Еселханова Г., Жакин А.** ОБ ОДНОМ "ОБРАТНОМ ПОДХОДЕ" МОДЕЛИРОВАНИЯ АБСТРАКТНОГО МЫШЛЕНИЯ  
Tykezhanova G., Nugumanova S., Alshynbekova G., Beisetayev R., Eselhanova G., Zhakin A. ON A "REVERSE APPROACH" SIMULATION OF ABSTRACT THINKING

**Цыганков В.Д.** НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ОНТОГЕНЕЗА ИНТЕЛЛЕКТА РЕБЕНКА ОТ 0 ДО 15 ЛЕТ

**Шумилов В.Н.** МЫШЛЕНИЕ В ЕСТЕСТВЕННОМ И ИСКУССТВЕННОМ НОСИТЕЛЕ ИНТЕЛЛЕКТА

**Шумилов В.Н.** ГЛОБАЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ РЕФЛЕКСОВ БЕЗ ЛОКАЛЬНОГО

**Шумилов В.Н., Сырямкин В. И., Шумилов И.В.** ОБУЧЕНИЕ И ПЕРЕУЧИВАНИЕ

**Янина А.С.** МЕДИТАТИВНАЯ ТЕХНИКА КАК МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ВНИМАНИЯ  
Yanina A.S. STUDY ON THE EFFECT OF MEDITATIVE TECHNIQUES ON THE PROPERTIES OF ATTENTION

## **Нейрональные механизмы когнитивных процессов Brain mechanisms of cognitive processes**

**Айдаркин Е.К.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ СЕНСОРНОГО И МОТОРНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕАКЦИИ ВЫБОРА  
Aydarkin E.K. NEUROPHYSIOLOGICAL MACHANISMS OF SENSORY AND MOTOR PREDICTIONS IN THE CHOICE REACTION

**Апанович В.В., Безденежных Б.Н., Александров Ю.И.** РАЗЛИЧИЯ МОЗГОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА У СУБЪЕКТОВ С АНАЛИТИЧЕСКИМ И ХОЛИСТИЧЕСКИМ КОГНИТИВНЫМИ СТИЛЯМИ ПРИ ИНДИВИДУАЛЬНОМ, КОНКУРЕНТНОМ И КООПЕРАТИВНОМ ПОВЕДЕНИИ

Apanovich V.V., Bezdenezhnykh B.N., Alexandrov Y.I. DIFFERENCES OF THE BRAIN ACTIVITY DURING PERFORMANCE OF A "CHOICE REACTION TIME" BETWEEN SUBJECTS WITH ANALYTIC AND HOLISTIC COGNITIVE STYLES IN INDIVIDUAL, COMPETITIVE AND COOPERATIVE BEHAVIOR

**Арефьева А.В., Фатеева Н.М.** ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ И АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ К ОБУЧЕНИЮ  
Arefyeva A.V., Fateeva N.M. THE FUNCTIONAL ASIMMETRY AND THE ADAPTATION OF STUDENTS TO EDUCATIONAL PROCESS

**Бездenezhных Б.Н., Гулина Е.М.** ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ МОЗГА, СВЯЗАННЫЕ С ПРИНЯТИЕМ РЕШЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАЗНЫХ ЗАДАЧ  
Bezdenezhnykh B.N., Gulina E. M. ELECTRICAL BRAIN POTENTIALS RELATED TO DECISION MAKING IN DIFFERENT TASKS

**Бушов Ю.В., Светлик М.В.** ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ВОСПРИЯТИИ КОРОТКИХ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ  
Bushov Y.V., Svetlik M.V. EEG CORRELATES OF INTELLECT IN SHORT TIME INTERVALS PERCEPTION

**Герасимова Ю.А., Кулешова Е.П., Сидорина В.В., Мержанова Г.Х.** НЕЙРОНЫ СУБТАЛАМИЧЕСКОГО ЯДРА МЕНЯЮТ АКТИВНОСТЬ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ТОРМОЗНОГО КОНТРОЛЯ ЗАДЕРЖАННЫХ РЕАКЦИЙ В МОДЕЛИ «АКТИВНОГО ВЫБОРА» ЦЕННОСТИ ПОДКРЕПЛЕНИЯ У ДВУХ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ЖИВОТНЫХ  
Gerasimova Yu.A., Kuleshova E.P., Sidorina V.V., Merzhanova G.Kh. SUBTHALAMIC NEURONS CHANGE THEIR ACTIVITY DURING INHIBITORY CONTROL OVER DELAYED REACTIONS IN THE "ACTIVE CHOICE" OF REWARD MODEL IN TWO DIFFERENT GROUPS OF ANIMALS

**Димитриев Д.А., Саперова Е.В.** ВЛИЯНИЕ СИТУАЦИОННОЙ ТРЕВОЖНОСТИ НА НЕЛИНЕЙНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА  
Dimitriev D. A., Saperova E. V. THE EFFECTS OF STATE ANXIETY ON NONLINEAR HEART RATE VARIABILITY

**Звездочкина Н.В., Антипов В.Н.** НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ И РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНОСТИ  
Zvezdochkina N.W., Antipov V.N. NEW TECHNOLOGIES IN LEARNING AND DEVELOPMENT OF CREATIVITY

**Меклер А.А., Мусс А.С., Кручинина О.В., Гальперина Е.И., Горбунов И.А.** ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРА ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА СИСТЕМНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЭГ  
Mekler A.A., Muss A.S., Kruchinina O.V., Galperina E.I., Gorbunov I.A. TIMPACT OF EMOTIONAL PROCESSES SPECIFICS ON SYSTEMIC AND INFORMATIONAL CHARACTERISTICS OF EEG

**Павловская М.А.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ОДНОМОДАЛЬНОЙ И КРОССМОДАЛЬНОЙ СЕНСОРНОЙ МАСКИРОВКИ  
Pavlovskaya M. NEUROPHYSIOLOGICAL MECHANISMS UNIMODAL AND CROSSMODAL MASKING

**Приводнова Е.Ю., Вольф Н.В.** АЛЬФА-ЧАСТОТНЫЙ ДИАПАЗОН ЭЭГ И ОРИГИНАЛЬНОСТЬ РЕШЕНИЯ ВЕРБАЛЬНОЙ ТВОРЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ: ВОЗРАСТНЫЕ РАЗЛИЧИЯ  
Privodnova E. Y., Volf N.V. ALPHA FREQUENCY RANGE AND ORIGINALITY IN SOLVING VERBAL CREATIVITY TASK: AGE DIFFERENCES

**Соколова Л.В., Роева М.В.** РЕАКТИВНОСТЬ БЕТА-ДИАПАЗОНА ЭЭГ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАЗНОГО ТИПА ВЕРБАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ (ЧТЕНИЕ И ПОИСК БУКВЫ)  
Sokolova L.V., Roeva M.V. ACTIVITY BETA RANGE EEG IN THE IMPLEMENTATION OF DIFFERENT TYPE VERBAL TASKS (READING AND SEARCHING LETTERS)

**Станкова Е.П., Мышкин И.Ю.** СВЯЗЬ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОНОВОЙ ЭЭГ С УРОВНЕМ НЕВЕРБАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
Stankova E.P, Mishkin I.Y. RELATIONSHIP BETWEEN INDIVIDUAL FEATURES OF EEG AND NON-VERBAL INTELLIGENCE LEVEL

**Терещенко Е.П., Пономарев В.А., Кропотов Ю.Д.** ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ В ТЕСТЕ GO/NOGO У ВЗРОСЛЫХ ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ  
Tereshchenko E.P., Ponomarev V.A., Kropotov Ju.D. EFFECT OF AGING ON ERP COMPONENTS IN CUED GO/NOGO TASK

**Ушаков В.Л., Карташов С.И., Гаврилов Г.Е., Завьялова В.В., Орлов В.А., Величковский Б.М.** УЛЬТРАБЫСТРЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ фМРТ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ  
Ushakov V.L., Kartashov S.I., Gavrilov G.E., Zavyalova V.V., Orlov V.A., Velichkovsky B.M. ULTRAFAST fMRI SEQUENCE FOR INVESTIGATION OF COGNITIVE PROCESSES

**Фомина А.С.** К ВОПРОСУ О ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМАХ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ  
Fomina A.S. TOWARDS TO THE FUNDAMENTAL MECHANISMS OF COMPLEX ARITHMETIC TASK'S SOLUTION



**Чиженкова Р.А.** АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ РИТМИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ПОДКОРКОВЫХ СТРУКТУР МОЗГА  
Chizhenkova R.A. ACTIVITY OF NEURONS OF THE SENSORIMOTOR CORTEX DURING PROLONGED RHYTHMICAL STIMULATION OF SUBCORTICAL STRUCTURES OF THE BRAIN

**Шипкова К.М.** «МОДЕЛЬ ПСИХИЧЕСКОГО» У ПАЦИЕНТОВ С ПОРАЖЕНИЯМИ МОЗГА  
Shipkova K.M. THE THEORY OF MIND IN BRAIN-DAMAGED PATIENTS

### **Психические расстройства: механизмы и терапия Psychiatric disorders: mechanisms and therapy**

**Антипова Ж.В., Воробьева М.В.** СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ  
Antipova G.V., Vorob'eva M.V. THE STATE OF HEALTH OF CHILDREN POPULATION OF RUSSIA

**Гулидова Г.П.** ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА МИТОХОНДРИЙ МОЗГА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ПСИХИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ  
Gulidova G.P. PECULIARITIES OF REGULATION OF ENERGY METABOLISM OF BRAIN MITOCHONDRIA IN DIFFERENT FORMS OF MENTAL DISEASES

**Зозуля С.А., Олейчик И.В., Сарманова З.В., Столяров С.А., Отман И.Н., Бизяева А.С., Ключник Т.П.** НЕЙРОИММУННЫЕ РЕАКЦИИ ПРИ ЭНДОГЕННЫХ ПРИСТУПООБРАЗНЫХ ПСИХОЗАХ (ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)  
Zozulya S. A., Oleichik I. V., Sarmanova Z.V., Stolyarov S.A., Otman I.N., Bizyaeva A.S., Klyushnik T.P. NEUROIMMUNE REACTIONS IN ENDOGENOUS ATTACK-LIKE PSYCHOSES (PROGNOSTIC ASPECT)

**Ильиных А.** ШИЗОТИПИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ У ТВОРЧЕСКОЙ ЛИЧНОСТИ. РЕЗУЛЬТАТЫ КРОСС-КУЛЬТУРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ  
Ilinykh A. SCHIZOTYPAL TRAITS IN CREATIVE PERSONALITY. FINDINGS FROM A CROSS-CULTURAL STUDY

**Кабатова И. Н., Каладзе Н.Н.** МЕСТО АРТ-ТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ РАССТРОЙСТВ АФФЕКТИВНОГО СПЕКТРА КОМОРБИДНЫХ С ЮВЕНИЛЬНЫМ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ  
Kabatova I.N., Kaladze N.N. PLACE OF ART THERAPY IN COMPLEX TREATMENT OF A DISORDER COMORBID AFFECTIVE SPECTRUM WITH JUVENILE RHEUMATOID ARTHRITIS

**Калемнев С.В., Зубарева О.Е., Лаврентьева В.В., Лукомская Н.Я., Ким К.Х., Магазаник Л.Г., Зайцев А.В.** ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТАГОНИСТОВ NMDA- И AMPA- ГЛУТАМАТНЫХ РЕЦЕПТОРОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ В ЛИТИЙ-ПИЛОКАРПИНОВОЙ МОДЕЛИ ВИСОЧНОЙ ЭПИЛЕПСИИ  
Kalemenev S.V., Zubareva O.E., Lavrentyeva V.V., Lukomskaya N.Y., Kim K.K., Magazanik L.G., Zaitsev A.V. THE USE OF NMDA AND AMPA GLUTAMATE RECEPTOR ANTAGONISTS FOR CORRECTION OF COGNITIVE IMPAIRMENT IN LITHIUM-PILOCARPINE MODEL OF TEMPORAL LOBE EPILEPSY

**Кожушко Н.Ю., Нагорнова Ж.В., Шемякина Н.В., Евдокимов С.А., Терещенко Е.П., Понамарев В.А., Кропотов Ю.Д.** ЭЭГ МАРКЕРЫ КОММУНИКАТИВНЫХ И КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА РАЗЛИЧНОЙ ТЯЖЕСТИ  
Kozhushko N.Ju., Nagornova Zh.V., Shemyakina N.V., Evdokimov S.A., Tereshchenko E.P., Ponomarev V.A., Kropotov Ju.D. EEG MARKERS FOR CHILDREN WITH AUTISM

**Ленцман М.В., Коробова Е.Л., Белов Е.Н.** ПСИХОАНАЛИТИЧЕСКАЯ ПСИХОТЕРАПИЯ ПСИХОТИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ И КЛИНИЧЕСКИЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ  
Lentsman M.V., Korobova E.L., Belov E.N. PSYCHODYNAMIC PSYCHOTHERAPY IN PSYCHOTIC PATIENTS. CASE REPORT AND LITERATURE REVIEW

**Прокудина О.И., Алехина Т.А., Рязанова М.А.** ЧЕРТЫ ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ В ОРГАНИЗМЕННЫХ СИСТЕМАХ У КРЫС ЛИНИИ МД+, ПРЕДРАСПОЛОЖЕННЫХ К АУДИОГЕННОЙ ЭПИЛЕПСИИ  
Prokudina O.I., Alekhina T.A., Ryazanova M.A. DYSFUNCTION OF SOME BODY SYSTEMS IN PM+ RATS WITH AUDIOGENIC EPILEPSY

**Раннева С.В., Павлов К.С., Максимов В.Ф., Коростышевская И.М., Филюшина Е.Е., Бузуева И.И., Липина Т.В.** СОЦИАЛЬНО-КОГНИТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИНАПСОВ У КАЛЬСИНТЕНИН-2 НОКАУТНЫХ МЫШЕЙ  
Ranneva S.V., Pavlov K.S., Maksimov V.F., Korostyshevskaja I.M., Filushina E.E., Buzueva I.I., Lipina T.V. SOCIO-COGNITIVE CHARACTERISTICS AND MORPHOMETRIC FEATURES OF SYNAPSES IN CALSYNTENIN-2 KNOCKOUT MICE

**Рязанова М.А., Алёхина Т.А., Прокудина О.И., Кожемякина Р.В.** ПАРАМЕТРЫ ТРЕВОЖНОСТИ И ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ У КРЫС С ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КАТАТОНИЕЙ (ГК)  
Ryazanova M.A., Alekhina T.A., Prokudina O.I., Kozhemyakina R.V. ANXIETY PARAMETERS AND EXPRESSION OF ADRENERGIC RECEPTOR GENES IN RATS WITH GENETIC CATATONIA (GC)

**Славущая М.В., Лебедева И.С., Карелин С.А., Томышев А., Румянцев А.О.** НАРУШЕНИЯ ТОРМОЗНОГО КОНТРОЛЯ САККАДИЧЕСКИХ ОТВЕТОВ У БОЛЬНЫХ С ДИАГНОЗОМ УЛЬТРАВЫСОКОГО РИСКА РАЗВИТИЯ ШИЗОФРЕНИИ

Slavutskaya M.V., Lebedeva I.S., Karelin S.A., Tomishev A., Rumiantsev A.O. VIOLATION OF THE INHIBITORY CONTROL IN THE PATIENTS WITH ULTRA-HIGH RISK OF SCHIZOPHRENIA

**Ткаченко А.А., Павлов К.С., Липина Т.В.** ЭФФЕКТЫ DISC1 x D2R ПЕПТИДА НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ C57BL/6NCRL МЫШЕЙ

Tkachenko A.A., Pavlov K.S., Lipina T.V. EFFECTS OF DISC1 x D2R PEPTIDE ON COGNITIVE FUNCTIONS IN C57BL/6NCRL MICE

**Толмачева Е.А., Котельникова А.В.** ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ СИТУАТИВНОЙ ТРЕВОЖНОСТИ  
Tolmacheva E. A., Kotelnikova A.V. PSYCHOPHYSIOLOGICAL MEASURE FOR ASSESSMENT OF TRAIT ANXIETY

**Уранова Н.А., Востриков В.М.** ДЕФИЦИТ ОЛИГОДЕНДРОЦИТОВ В НИЖНЕЙ ТЕМЕННОЙ КОРЕ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ: АУТОПСИЙНОЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ СТЕРЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Uranova N.A., Vostrikov V.M. DEFICIT OF OLIGODENDROCYTES IN THE INFERIOR PARIETAL CORTEX IN SCHIZOPHRENIA: A POSTMORTEM MORPHOMETRIC STEREOLOGICAL STUDY

**Федоренко О.Ю., Боярко Е.Г., Иванова С.А.** ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ НЕЙРОТРАНСМИТТЕРНЫХ РЕЦЕПТОРОВ И ТАРДИВНАЯ ДИСКИНЕЗИЯ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ: ИССЛЕДОВАНИЕ РУССКОЙ И ГОЛЛАНДСКОЙ ПОПУЛЯЦИЙ

Fedorenko O.Yu., Boyarko E.G., Ivanova S.A. POLYMORPHISM OF GENES OF NEUROTRANSMITTER RECEPTORS AND TARDIVE DYSKINESIA IN SCHIZOPHRENIA: A STUDY OF RUSSIAN AND DUTCH POPULATIONS

### **Интегративная деятельность нервной, иммунной и эндокринной систем Integrative activity of nervous, immune and endocrine systems**

**Антропова Л. К., Куликов В.Ю., Осинцева А.А., Козлова Л.А.** ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА У СТУДЕНТОВ

Antropova L.K., Kulikov V.YU., Osintseva A.A., Kozlova L.A. GENDER FEATURES OF EMOTIONAL INTELLIGENCE STUDENTS

**Бабкина И.И., Голяко И.А., Сидорова М.В., Струкова С.М., Горбачёва Л.Р.** АНТИВОСПАЛИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ АГОНИСТОВ РЕЦЕПТОРА 1 ТИПА, АКТИВИРУЕМОГО ПРОТЕАЗАМИ, НА КЛЕТКИ ЛИНИИ RBL-2H3 ПРИ ГИПЕРГЛИКЕМИИ

Babkina I.I., Golyako I.A., Sidorova M.V., Strukova S.M., Gorbacheva L.R. ANTI-INFLAMMATORY EFFECT OF PROTEASE-ACTIVATED RECEPTOR-1 AGONISTS ON THE CELL LINE RBL-2H3 AT HYPERGLYCEMIA

**Воронова И.П., Храмова Г.М., Елисеева Л.С., Козырева Т.В.** РОЛЬ ЦЕНТРАЛЬНЫХ 5-HT<sub>3</sub> СЕРОТОНИНОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ В ИММУННЫХ РЕАКЦИЯХ ТЕПЛОКРОВНОГО ОРГАНИЗМА

Voronova I.P., Khramova G.M., Eliseeva L.S., Kozyreva T.V. THE ROLE OF THE CENTRAL 5-HT<sub>3</sub> SEROTONIN RECEPTOR IN THE IMMUNE RESPONSE OF WARM-BLOODED ORGANISMS

**Грудень М.А.** МЕЖСИСТЕМНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ ПРИ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ АМИЛОИДОГЕННЫХ АГРЕГАТОВ  $\alpha$ -СИНУКЛЕИНА

Gruden M.A. INTERSYSTEM MOLECULAR DISINTEGRATION DURING INTRANASAL INNOCULATION OF  $\alpha$ -SYNUCLEIN AMYLOIDOGENIC SPECIES

**Даниелян И.А., Саркисян В.Р., Джагинян А.В., Костанян А.Л., Карамян Г.Г., Саркисян Р.Ш.** ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЗМА ПОСЛЕ ФОРМИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Danielyan I.A., Sargsyan V.R., Jaghinyan A.V., Kostanyan A.L., Karamyan G.G., Sargsyan R.Sh. THE STUDY OF PECULIARITIES OF CHANGE OF ORGANISM'S INTEGRATIVE INDICATORS AFTER FORMATION OF SOME FUNCTIONAL AND PATHOLOGICAL PROCESSES

**Деркач К.В., Жарова О.А., Ложков А.А., Шпаков А.О.** АУТОИММУННАЯ МОДЕЛЬ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА, ВЫЗВАННАЯ ВЫКЛЮЧЕНИЕМ МЕЛАНКОРТИНОВОЙ СИСТЕМЫ МОЗГА

Derlach K.V., Zharova O.A., Lozhkov A.A., Shpakov A.O. THE AUTOIMMUNE MODEL OF METABOLIC SYNDROME INDUCED BY INHIBITION OF THE BRAIN MELANOCORTIN SYSTEM

**Евтушенко А.А., Воронова И.П., Козырева Т.В.** ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ TRP ИОННЫХ КАНАЛОВ В ОРГАНЕ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ – СЕЛЕЗЕНКЕ, У НОРМО- И ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ КРЫС

Evtushenko A.A., Voronova I.P., Kozyreva T.V. GENE EXPRESSION OF THERMOSENSITIVE TRP ION CHANNELS IN THE IMMUNE ORGAN – SPLEEN OF NORMOTENSIVE AND HYPERTENSIVE RATS

**Козырева Т.В., Храмова Г.М., Евтушенко А.А.** УЧАСТИЕ ТЕРМОРЕЦЕПТОРОВ В МОДУЛЯЦИИ ИММУННЫХ ПРОЦЕССОВ

Kozyreva T.V., Khramova G.M., Evtushenko A.A. PARTICIPATION OF THERMORECEPTORS IN MODULATION OF IMMUNE PROCESSES

**Колос Е.А., Коржевский Д.Э.** ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ МИКРОГЛИОЦИТОВ ВЕНТРАЛЬНЫХ РОГОВ СПИННОГО МОЗГА КРЫСЫ НА СИСТЕМНОЕ ВВЕДЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО ЛИПОПОЛИСАХАРИДА

Kolos E.A., Korzhevskii D.E. STUDY OF THE REACTION OF THE MICROGLIA IN THE VENTRAL HORN OF THE RAT SPINAL CORD TO SYSTEMIC ADMINISTRATION OF BACTERIAL LIPOPOLYSACCHARIDE

**Куренкова А.Д., Умарова Б.А., Гаврилова С.А., Андреева Л.А.** ПРОВОСПАЛИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ АЦЕТИЛИРОВАННОЙ ФОРМЫ ПРОЛИЛ-ГЛИЦИЛ-ПРОЛИНА (PGP)

Kurenkova A.D., Umarova B.A., Gavrilova S.A. Andreeva L.A. PROINFLAMMATORY ACTION OF PROLYL-GLYCYL-PROLINE (PGP) ACETYLATED FORM

**Мастерова Е.И., Невидимова Т.И., Савочкина Д.Н., Бохан Н.А.** НЕЙРОИММУНОЭНДОКРИННЫЕ МАРКЕРЫ ПСИХИЧЕСКИХ И ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ, ВЫЗВАННЫХ УПОТРЕБЛЕНИЕМ ПСИХОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, У ЛИЦ МУЖСКОГО ПОЛА

Masterova E.I., Nevidimova T.I., Savochkina D.N., Bokhan N.A. NEUROIMMUNOENDOCRINE MARKERS OF MENTAL AND BEHAVIOURAL DISORDERS DUE TO PSYCHOACTIVE SUBSTANCE USE IN MALES

**Мейта Е.С., Козарук В.П., Храмова Г.М., Козырева Т.В.** УЧАСТИЕ ПУРИНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ФОРМИРОВАНИИ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРНОГО И ИМУННОГО ОТВЕТОВ НА ГЛУБОКОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

Meyta E.S., Kozaruk V.P., Khramova G.M., Kozyreva T.V. PARTICIPATION OF PURINERGIC SYSTEM IN THE FORMATION OF THERMOREGULATORY AND IMMUNE RESPONSES TO DEEP COOLING

**Порошенко А.Б.** ОБ ОНТОГЕНЕЗЕ НАРУШЕНИЙ СИММЕТРИИ ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Poroshenko A.B. ABOUT THE ONTOGENESIS OF THE BROKEN SYMMETRY OF ANTICANCER RESISTANCE

**Смелышева Л.Н., Кузнецов А.П., Симонова Т.О., Кайгородцев А.В., Ковалева Г.А., Архипова О.А., Артенян Н.А.** МОДУЛЯЦИЯ ТРОПНЫХ ГОРМОНОВ И ПРОЛАКТИНА У ЖЕНЩИН С РАЗЛИЧНЫМ ИСХОДНЫМ ТОНУСОМ ВНС И НАРУШЕНИЯМИ ОМЦ

Smelysheva L.N., Kuznetsov A.P., Simonova T.O., Kaygorodtsev A.V., Kovaleva G.A., Arkhipova O.A., Artenian N.A. MODULATION OF TROPIC HORMONES AND PROLACTIN IN WOMEN WITH DIFFERENT INITIAL TONE OF THE ANS AND THE VIOLATION OF THE CMC

**Соболева Е.М., Каладзе Н.Н.** ИЗМЕНЕНИЕ МЕЛАТОНИНПРОДУЦИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ЭПИФИЗА У БОЛЬНЫХ ЮВЕНИЛЬНЫМ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ КАК ФАКТОР ПАТОГЕНЕЗА ЗАБОЛЕВАНИЯ

Soboleva E.M., Kaladze N.N. CHANGING THE MELATONIN-PRODUCING PINEAL GLAND FUNCTION IN PATIENTS WITH JUVENILE RHEUMATOID ARTHRITIS, AS A FACTOR OF THE DISEASE PATHOGENESIS

**Сорокина Н.С., Береговой Н.А., Старостина М.В.** ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ НА СИНАПТИЧЕСКУЮ ПЛАСТИЧНОСТЬ ГИППОКАМПА У ЖИВОТНЫХ СО СФОРМИРОВАННОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ ОТ МОРФИНА

Sorokina N.S., Beregovoy N.A., Starostina M.V. EFFECT OF ANTIOXIDANTS ON HIPPOCAMPAL SYNAPTIC PLASTICITY IN RATS WITH FORMED MORPHINE DEPENDENCE

**Сычев В.С., Давыдова С.С.** МАНУАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ У ДЕТЕЙ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Sychev V.S., Davydova S.S. MANUAL ASYMMETRY IN CHILDREN WITH MENTAL RETARDATION

**Умарова Б.А., Куренкова А.Д.** ПРЯМОЕ И ОПОСРЕДОВАННОЕ УЧАСТИЕ ТУЧНЫХ КЛЕТОК В ЗАЩИТНЫХ ЭФФЕКТАХ ПРОЛИЛ – ГЛИЦИЛ – ПРОЛИНА (PGP)

Umarova B.A., Kurenkova A.D. THE DIRECT AND INDIRECT PARTICIPATION OF MAST CELLS IN THE PROTECTIVE EFFECTS OF PROLIL–GLYCYL–PROLINE (PGP)

**Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Ситдигов Ф.Г., Билалова Г.А., Гайнутдинова Р.Р., Фирсова Ю.Д.** ОСОБЕННОСТИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Shaykhelislamova M.V., Dikopolskaya N.B., Sitdikov F.G., Bilalova G.A., Gainutdinova R.R., Firsova Yu.D. FEATURES PUBERTY CHILDREN IN DIFFERENT MODES OF MOTOR ACTIVITY

**Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Ситдигов Ф.Г., Билалова Г.А.** СИМПАТО-АДРЕНАЛОВАЯ СИСТЕМА И КОРА НАДПОЧЕЧНИКОВ У ДЕТЕЙ ПУБЕРТАТНОГО ВОЗРАСТА

Shaykhelislamova M.V., Dikopolskaya N.B., Sitdikov F.G., Bilalova G.A. SYMPATHOADRENAL SYSTEM AND ADRENAL CORTEX IN CHILDREN PUBERTY

**Шпаков А.О.** ГИПОТАЛАМИЧЕСКИЕ СИГНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КАК МИШЕНЬ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2-ГО ТИПА И МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА

Shpakov A.O. THE HYPOTHALAMIC SIGNALING SYSTEMS AS A TARGET FOR TREATMENT OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS AND METABOLIC SYNDROME

## Нейрофизиология сенсорных систем Neurophysiology of sensory systems

**Алшынбекова Г.К., Бейсетаев Р., Тыкежанова Г.М., Нугманова Ш.М., Еселханова Г.А., Жакин А.Д.** СТРУКТУРА ЕДИНИЧНОГО НЕРВНОГО ИМПУЛЬСА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЮРКСКОЙ СИНГАРМОНИЧНОЙ РЕЧИ  
Alshynbekova G.K., Beysetaev R., Tykezhanova G.M., Nugumanova S.M., Eselhanova G.A., Zhakin A.D. STRUCTURE OF SINGLE NERVE IMPULSE IN PRODUCTION OF TURKIC VOWEL HARMONIC SPEECH

**Андреева И.Г., Боброва Е.В., Гвоздева А.П., Ушаков В.Л., Орлов В.А., Завьялова В.В., Карташов С.И.** ОЦЕНКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СЛУХОВОГО ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ПСИХОАКУСТИЧЕСКОГО, ПОСТУРОГРАФИЧЕСКОГО И НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИОННОГО (фМРТ) ПОДХОДОВ  
Andreeva I.G., Bobrova E.V., Gvozdeva A.P., Ushakov V.L., Orlov V.A., Zavyalova V.V., Kartashov S.I. THE AUDITORY MOTION AFTEREFFECT DURATION ASSESSMENT BY PSYCHOACOUSTIC, POSTUROGRAFIC AND NEUROIMAGING (fMRI) METHODS

**Бахтина А.В., Гвоздева А.П., Андреева И.Г.** ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЛУХА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПРИБЛИЖАЮЩИХСЯ И УДАЛЯЮЩИХСЯ ИСТОЧНИКОВ ОКТАВНЫХ ШУМОВ  
Bakhtina A.V., Gvozdeva A.P., Andreeva I.G. SPATIAL AND TEMPORAL PARAMETERS OF THE HUMAN HEARING RESOLUTION IN THE LOCALIZATION OF THE APPROACHING AND WITHDRAWING OCTAVE NOISES SOURCES

**Вайсертрейгер А.С.-Р., Иванова В.Ю.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ЭМОЦИЙ ПРИ ОСОЗНАВАЕМОМ И НЕОСОЗНАВАЕМОМ ВОСПРИЯТИИ СЕНСОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ  
Vaiseytreiger A.S., Ivanova V.Y. NEUROPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF EMOTIONS PROVOKED BY CONSCIOUSLY AND UNCONSCIOUSLY PERCEIVED SENSORY INFORMATION

**Воронков Г.С.** НОВЫЕ СВЕТОВЫЕ ИСТОЧНИКИ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ПЯТНО "СПЕЦИФИЧЕСКОГО ДЕФИЦИТА ЗРЕНИЯ"  
Voronkov G.S. THE NEW LIGHT SOURCES, CAUSING THE "SPECIFIC VISION DEFICIT" PATCH

**Григорян Э.Н., Новикова Ю.П., Маркитантова Ю.В.** МОЛЕКУЛЯРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТКАНЕЙ ЗАДНЕГО СЕКТОРА ГЛАЗА ВЗРОСЛОГО ТРИТОНА В СИСТЕМЕ 3D IN VITRO  
Grigoryan E.N., Novikova Yu.P., Markitantova Yu.V. MOLECULAR CHARACTERIZATION OF THE TISSUES OF POSTERIOR EYE SECTOR OF THE ADULT NEWT UNDER 3D CULTURING IN VITRO

**Звягина Н., Суховерхова А.** ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ С WEB-САЙТОВ  
Zvyagina N., Sukhoverkhova A. VIAUAL PERCEPTION OF INFORMATION FROM WEB-SITE

**Звягина Н.В., Соколова Л.В., Потуткин Д.С.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ КОМФОРТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ У ДЕВУШЕК  
Zvyagina N.V., Sokolova L.V., Potutkin D.S. NEUROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF VISUAL COMFORTABLE IMAGE PERCEPTION OF GIRLS

**Ишинова В.А., Горчанинов О.Н., Стебелькова О.А., Наваховская Л.Ю., Корнеев И.В.** ОБ ИЗМЕНЕНИИ СУБЪЕКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСТСТИМУЛЬНОЙ БОЛИ У ПАЦИЕНТОВ С НЕВРОПАТИЧЕСКОЙ И ПСИХОГЕННОЙ БОЛЬЮ В ПРОЦЕССЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ  
Ishinova V.A., Gorchaninov O.N., Stebelkova O.A., Navahovskaya L.Y., Korneev I.V. ABOUT CHANGES SUBJECTIVE CHARACTERISTICS OF THE POST-STIMULUS PAIN IN PATIENTS WITH PHANTOM AND PSYCHOGENIC PAIN DURING PSYCHOPHYSIOLOGICAL SELF-REGULATION

**Ишинова В.А., Потемкина С.В., Крутицкий К.Г., Урванцев А.В.** ЦВЕТ ЗРИТЕЛЬНЫХ ОЩУЩЕНИЙ И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛИ В ПРОЦЕССЕ ЭМПАТОТЕХНИКИ  
Ishinova V.A., Potemkina S.V., Krutitskiy K.G., Urvancev A.V. THE COLOUR OF THE VISUAL SENSATIONS AND ITS DEPENDENCE ON THE INTENSITY OF CHRONIC PAIN DURING EMPATHO-TECHNIQUE

**Корнилова Л.Н., Глухих Д.О., Наумов И.А., Хабарова Е.В., Екимовский Г.А.** ВЛИЯНИЕ ОПОРНО-ПРОПРИОЦЕПТИВНОЙ ДЕПРИВАЦИИ И ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРИТЕЛЬНО-МАНУАЛЬНОГО СЛЕЖЕНИЯ

**Корнилова Л.Н., Екимовский Г.А., Хабарова Е.В., Глухих Д.О., Наумов И.А., Филатова Е.Г., Фёдорова В.И.** ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ СИМПТОМОВ ГОЛОВОКРУЖЕНИЯ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ВЕСТИБУЛОПАТИЙ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА

**Лосева Е.В., Логинова Н.А., Панов Н.В., Гаврилов В.В.** ГЛИО-НЕЙРОНАЛЬНЫЕ СООТНОШЕНИЯ В ЗРИТЕЛЬНОЙ, РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ И МОТОРНОЙ ОБЛАСТЯХ НЕОКОРТЕКСА У КРЫС, ВЫРОСШИХ В ТЕМНОТЕ  
Loseva E.V., Loginova N.A., Panov N.V., Gavrilov V.V.2 GLIA-NEURONAL RATIO IN VISUAL, RETROSPLENIAL AND MOTOR AREAS OF NEOCORTEX IN RATS GROWN UP IN THE DARK

**Масс А.М., Супин А.Я.** ЛОКАЛИЗАЦИЯ ОБЛАСТИ С МАКСИМАЛЬНОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ В СЕТЧАТКЕ БАЙКАЛЬСКОГО ТЮЛЕНЯ (PUSA SIBIRICA)

Mass A.M., Supin A.Ya. RETINAL GANGLION LAYER TOPOGRAPHY IN THE BAIKAL SEAL (PUSA SIBIRICA)

**Моисеенко Г.А., Вахрамеева О.А., Мальцев Д.С., Сухинин М.В., Коскин С.А., Шелепин Ю.Е.** ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛАЗ ЧЕЛОВЕКА НА ПОКАЗАТЕЛИ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Moiseenko G.A., Vahrameeva O.A., Maltsev D.S., Suhinin M.V., Koskin S.A., Shelepin Yu.E. INFLUENCE OF MORPHOLOGICAL AND OPTICAL CHARACTERISTICS OF EYE HUMAN ON CHARACTERISTICS EVOKED POTENTIALS IN OBJECT RECOGNITION

**Нечаев Д.И., Милёхина О.Н., Супин А.Я.** РАЗЛИЧЕНИЕ ФАЗОВЫХ СДВИГОВ ГРЕБЕНЧАТЫХ СПЕКТРОВ ЗВУКОВОГО СИГНАЛА НА ФОНЕ ШУМА

Nechaev D.I., Milekhina O.N., Supin A.Ya. THE INFLUENCE OF NOISE ON HEARING SENSITIVITY TO SHIFTS OF RIPPLE SPECTRUM

**Петкевич А.И., Кузнецова Ю.И.** КОРРЕКЦИЯ И АБИЛИТАЦИЯ КОМПЕНСАТОРНЫХ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ У СЛАБОВИДЯЩИХ ДЕТЕЙ

Pyatkevich A.I. Kuznetsova Yu.I. CORRECTION AND HABILITATION COMPENSATORY SENSORY SYSTEMS HAVE VISUALLY IMPAIRED CHILDREN

**Попов В.В.** ПРОЦЕССЫ АДАПТАЦИИ В ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ОТДЕЛАХ СЛУХОВОЙ СИСТЕМЫ КИТА БЕЛУХИ *DELPHINAPTERUS LEUCAS*

Popov V.V. PROCESS OF ADAPTATION IN THE PERIPHERAL AUDITORY SYSTEM OF BELUGA WHALE, *DELPHINAPTERUS LEUCAS*

**Порсева В.В.** ВЛИЯНИЕ ДЕАФФЕРЕНТАЦИИ КАПСАИЦИНОМ НА ИНТЕРНЕЙРОНЫ ГЛУБОКОЙ ОБЛАСТИ ДОРСАЛЬНОГО РОГА СПИННОГО МОЗГА БЕЛОЙ КРЫСЫ

Porseva V.V. INFLUENCE OF THE CAPSAICIN DEAFFERENTATION ON THE DEEP SPINAL DORSAL HORN INTERNEURONS IN WHITE RATS

**Рыжова И.В., Ноздрачев А.Д., Тобиас Т.В., Орлов И.В.** МЕТАБОТРОПНЫЕ ГЛУТАМАТНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ ПОЛУКРУЖНЫХ КАНАЛОВ АМФИБИЙ: ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ОКСИДОМ АЗОТА

Ryzhova I.V., Nozdrachev A.D., Tobias T.V., Orlov I.V. METABOTROPIC GLUTAMATE RECEPTORS OF THE SEMICIRCULAR CANAL OF THE AMPHIBIANS: CROSS TALK WITH NITRIC OXIDE

**Сережникова Н.Б., Погодина Л.С., Липина Т. В., Трофимова Н.Н., Зак П.П.** ИЗМЕНЕНИЯ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ КЛЕТОК РЕТИНАЛЬНОГО ПИГМЕНТНОГО ЭПИТЕЛИЯ ЯПОНСКОГО ПЕРЕПЕЛА *COTURNIX JAPONICA* ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ СИНЕГО ОСВЕЩЕНИЯ

Serezhnikova N.B., Pogodina L.S., Lipina T.V., Trofimova N.N., Zak P.P. CHANGES IN THE ULTRASTRUCTURE OF RETINAL PIGMENT EPITHELIUM OF JAPANESE QUAIL *COTURNIX JAPONICA* IN DIFFERENT BLUE LIGHT EXPOSURE MODES

**Стерлигова О.П.** КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА – ОПЕРАТОРА

Sterligova O.P. COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF PROFESSIONAL RELIABILITY OF THE HUMAN OPERATOR

**Сысueva Е.В., Неchaев Д.И., Попов В.В., Супин А.Я.** ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНОЙ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ СЛУХА БЕЛУХИ (*DELPHINAPTERUS LEUCAS*) ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНТЕНСИВНЫХ ШУМОВ И ПРОЦЕССЫ ЕЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Sysueva E.V., Nechaev D.I., Popov V.V., Supin A.Ya. THE FREQUENCY TUNING CHANGES AND RECOVERY AFTER NOISE IN A BELUGA WHALE (*DELPHINAPTERUS LEUCAS*)

**Тарновская Т.А.** ТАКТИЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РЕЦЕПТОРОНЕСУЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЯЗЫКА КАК КОМПОНЕНТ ТАКТИЛЬНО-ВИБРАЦИОННОГО ВОСПРИЯТИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ УСТНОЙ РЕЧИ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ В РАЗВИТИИ СЕНСОРНЫХ ФУНКЦИЙ (ЗРЕНИЯ И СЛУХА)

Tarnovskaya T.A. TACTILE SENSITIVITY OF RECEPTORBEARING SURFACE OF TONGUE AS A COMPONENT OF TACTILE AND VIBRATIONAL PERCEPTION WHILE TEACHING ORAL SPEECH TO CHILDREN CHILDREN WITH VIOLATIONS IN THE DEVELOPMENT OF SENSORY FUNCTIONS (EYESIGHT AND HEARING)

**Турчина В.В., Залата О.А.** ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ У СТУДЕНТОВ ПО ДАННЫМ РЕГИСТРАЦИИ ЭЭГ-АКТИВНОСТИ МОЗГА

Turchina V.V., Zalata O.A. DYNAMICS OF FUNCTIONAL HEMISPHERIC ASYMMETRY OF STUDENTS ON DATA EEG BRAIN ACTIVITY

**Шкорбатова П.Ю., Калинин А.Н., Алексеенко С.В.** ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ У-НЕЙРОНОВ В ГЛАЗОСПЕЦИФИЧНЫХ СЛОЯХ А И А1 ДОРСАЛЬНОГО ЯДРА НАРУЖНОГО КОЛЕНЧАТОГО ТЕЛА ПРИ РАЗВИТИИ ДЕПРИВАЦИОННОЙ И ДИСБИНОКУЛЯРНОЙ АМБЛИОПИИ

Shkorbatova P.Y., Kalinin A.N., Alekseenko S.V. CHANGES IN THE DENSITY OF THE DISTRIBUTION OF Y-NEURONS IN LAYERS A AND A1 OF THE DORSAL LATERAL GENICULATE NUCLEUS DURING THE DEVELOPMENT OF DEPRIVATION AND STRABISMIC AMBLYOPIA

**Шошина И.И., Конкина С.А., Пронин С.В., Шелепин Ю.Е.** ОПОЗНАНИЕ ФРАГМЕНТИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ

Shoshina I.I., Konkina S.A., Pronin S.V., Shelepin Y.E. THE RECOGNITION OF FRAGMENTED IMAGES IN SCHIZOPHRENIA

**Шумихина С.И., Бондарь И.В.** ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ КАРТ ОРИЕНТАЦИОННОЙ СЕЛЕКТИВНОСТИ ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЫ КОШКИ ПРИ ОПТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ ПО ВНУТРЕННЕМУ СИГНАЛУ И НЕПРЕРЫВНОЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ

Shumikhina S.I., Bondar I.V. EVALUATION OF STABILITY OF ORIENTATION SELECTIVITY MAPS OF THE CAT VISUAL CORTEX DURING OPTICAL IMAGING AND CONTINUOUS VISUAL STIMULATION

### **Нейрофизиология двигательной системы Neurophysiology of motor system**

**Alexandrov A.V., Frolov A.A.** THE USE OF EQUILIBRIUM CONTROL MODEL BASED ON EIGENMOVEMENT CONCEPT IN EXPERIMENTS WITH HUMANOID AND BALANCE-MASTERS

**Александров А.Ю., Уплисова К.О., Попов О.С., Степанов А.В., Иванова В.Ю.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ТРЕМОРА И ЭЭГ ЧЕЛОВЕКА

Aleksandrov A.Y., Uplisova K.O., Popov O.S., Stepanov A.V., Ivanova V.Y. PHYSIOLOGICAL TREMOR AND EEG AMPLITUDE-FREQUENCY INTERDEPENDENCE IN HUMANS

**Багирова Р.М.** ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У БАСКЕТБОЛИСТОВ НА АЭРОБНУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ

Bagirova R.M. CHANGES IN CONDITION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN ATHLETES ON AEROBIC PHYSICAL EXERTION

**Баженова А.Е., Поскина Т.Ю., Черников Н.А.** ВОЗМОЖНОСТИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ И ХАОТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТРЕМОРОГРАММ В УСЛОВИЯХ МНОГОКРАТНЫХ ПОВТОРЕНИЙ

Vazhenova A.E., Poskina T.U., Chernikov N.A. THE OPPORTUNITY OF STOCHASTIC AND CHAOTIC ASSESSMENT OF TREMOROGRAMMS IN CONDITIONS OF MULTIPLE REPETITIONS

**Балтин М.Э., Федянин А.О., Милицкова А.Д.** ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНАТОРНОГО ЛЕЧЕНИЯ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА У КРЫСЫ

Baltin M.E., Fedyanin A.O., Militskova A.D. THE EFFICIENCY OF THE COMBINATORIAL TREATMENT OF SPINAL CORD INJURY IN RATS

**Бондарев Д.В., Бочавер К.А., Бондарев В.Н., Пельменев В.К., Самарина И.И.** РОЛЬ СИСТЕМЫ ВОСПРИЯТИЕ-ДЕЙСТВИЕ В ПРОИЗВОЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЦИКЛИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Bondarev D. V., Bochaver K. A., Bondarev V. N., Pelmenev V.K., Samarina I. PERCEPTION ACTION COUPLING IN PACING REGULATION

**Брыков В.И., Рукавишников И.В., Рязанский С.Н., Семенов Ю.С., Кульчицкий А.Е., Томиловская Е.С., Козловская И.Б.** ХАРАКТЕРИСТИКИ ХОДЬБЫ И БЕГА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛОКОМОЦИЙ В УСЛОВИЯХ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Brykov V.I., Rukavishnikov I.V., Ryazanskiy S.N., Semenov Yu.S., Kulchitskiy A.E., Tomilovskaya E.S., Kozlovskaya I.B. CHARACTERISTICS OF WALKING AND RUNNING DURING LOCOMOTION UNDER CONDITIONS OF SPACE FLIGHT

**Вещицкий А.А., Меркульева Н.С., Мусиенко П.Е.** КЛАСТЕРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КАЛЬБИНДИН-ИММУНОПОЗИТИВНЫХ НЕЙРОНОВ ДОРСАЛЬНЫХ РОГОВ СПИННОГО МОЗГА КОШКИ

Veshchitskii A.A., Merkulyeva N.S., Musienko P.E. CLUSTERED ORGANIZATION OF THE CALBINDIN IMMUNOPOSITIVE NEURONS IN CAT SPINAL CORD DORSAL HORNS

**Волкова Е.С.** ОКСИДАТИВНЫЙ СТРЕСС У СПОРТСМЕНОВ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Volkova E.S. OXIDATIVE STRESS SPORTSMEN IN THE COMPETITIVE PERIOD

**Gerasimenko Yu.P.** INTEGRATION OF SENSORY AND SPINAL NEUROMODULATION TO REGULATE POSTURE AND LOCOMOTION

**Гришин А.А., Мошонкина Т.Р., Городничев Р.М., Герасименко Ю.П.** НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НЕИНВАЗИВНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

**Давлетьярова К.В., Лукьянова Н.А., Капилевич Л.В.** ФОРМИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ КАК ФОРМА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ ИНВАЛИДОВ К УСЛОВИЯМ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ  
Davletyarova K.V., Lukyanova N.A., Kapilevich L.V. THE FORMATION OF MOTOR SKILLS AS A FORM OF A PHYSIOLOGICALLY AND SOCIAL ADAPTATION OF PERSONS WITH DISABILITIES IN CONDITIONS OF TRAINING IN HIGH SCHOOL

**Доценко В.И., Усачёв В.И., Скедина М.А.** НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА СТАТОКИНЕЗИГРАММЫ В ОЦЕНКЕ ПОСТУРАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЧЕЛОВЕКА (ДИНАМИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЗЫ)

**Зеленский К.А., Садков В.Ю., Иванов О.Г., Волковицкий В.В., Шигуева Т.А., Томиловская Е.С., Ярманова Е.Н., Козловская И.Б.** РАЗРАБОТКА МЯГКОГО ЭКЗОСКЕЛЕТОНА С БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ  
Zelenskiy K.A., Sadkov V.Y., Ivanov O.G., Volkovitskiy V.V., Shigueva T.A., Tomilovskaya E.S., Yarmanova E.N., Kozlovskaya I.B. DEVELOPMENT OF SOFT EXOSKELETON WITH BIOLOGICAL FEEDBACK

**Кабачкова А.В., Лалаева Г.С., Захарова А.Н.** ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ  
Kabachkova A.V., Lalaeva G.S., Zakharova A.N. THE SPECIFIC CHARACTERISTICS OF THE RHYTHMIC ACTIVITY DISTRIBUTION IN ATHLETES

**Коряк Ю.А.** ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ СОКРАТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА У ЧЕЛОВЕКА К ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОМУ КОСМИЧЕСКОМУ ПОЛЕТУ  
Koryak Yu.A. INFLUENCE OF LONG-TERM SPACEFLIGHT ON MECHANICAL PROPERTIES OF THE HUMAN TRICEPS SURAE MUSCLE: ELECTROMECHANICAL DELAY AND MUSCULO-TENDINOUS STIFFNESS

**Кривой И.И.** Na,K-АТФаза И ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ  
Krivoi I.I. Na,K-ATPase AND MOTOR ACTIVITY

**Левик Ю.С., Сметанин Б.Н., Кожина Г.В.** ВКЛАД КОЖНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПОЗНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРИ СЛАБОМ ТАКТИЛЬНОМ КОНТАКТЕ РУКИ  
Levik Y.S., Smetanin B.N., Kozhina G.V. THE CONTRIBUTION OF THE CUTANEOUS AFFERENTATION IN PROVIDING OF ADDITIONAL POSTURAL STABILIZATION DURING WEAK TACTILE CONTACT OF THE HAND

**Меркульева Н.С., Вещицкий А.А., Герасименко Ю.П., Мусяенко П.Е.** ЛОКАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОНОВ СПИННОГО МОЗГА КОШКИ, АКТИВИРУЮЩИХСЯ ПРИ ВЫЗВАННОЙ ЛОКОМОЦИИ  
Merkulyeva N.S., Veshchitskii A.A., Gerasimenko Y.P., Musienko P.E. LOCALIZATION OF SPINAL CORD NEURONES ACTIVATED UNDER INDUCED LOCOMOTION

**Носикова И.Н., Закирова А.З., Шигуева Т.А., Томиловская Е.С., Козловская И.Б.** ВЛИЯНИЕ ВЕСОВОЙ НАГРУЗКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫЗВАННЫХ МОТОРНЫХ ОТВЕТОВ (ВМО) МЫШЦ-РАЗГИБАТЕЛЕЙ ГОЛЕНИ В УСЛОВИЯХ СУХОЙ ИММЕРСИИ  
Nosikova I.N., Zakirova A.Z., Shigueva T.A., Tomilovskaya E.S., Kozlovskaya I.B. EFFECT OF WEIGHT BEARING ON THE CHARACTERISTICS OF MOTOR RESPONSES (WMO) – EXTENSOR MUSCLES OF THE LOWER LEG IN A DRY IMMERSION

**Рукавишников И.В., Амирова Л.Е., Томиловская Е.С., Козловская И.Б.** ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА В УСЛОВИЯХ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИКРОГРАВИТАЦИИ МЕТОДОМ «СУХОЙ» ИММЕРСИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МРТ  
Rukavishnikov I.V., Amirova L.E., Tomilovskaya E.S., Kozlovskaya I.B. MRI STUDY OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES OF SPINE UNDER CONDITIONS OF SIMULATED MICROGRAVITY

**Сабурова Е.А., Васильев А.Н., Большакова О.И., Саранцева С.В., Кривой И.И.** ВЛИЯНИЕ БЕЛКА ПРЕДШЕСТВЕННИКА АМИЛОИДА ЧЕЛОВЕКА НА СТРУКТУРУ МОТОРНОГО НЕРВНОГО ОКОНЧАНИЯ ЛИЧИНКИ *DROSOPHILA MELANOGASTER*  
Saburova E.A., Vasiliev A.N., Bolshakova O.I., Sarantseva S.V., Krivoi I.I. EFFECT OF HUMAN AMYLOID PRECURSOR PROTEIN ON THE STRUCTURE OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* LARVAE MOTOR NERVE ENDING

**Савинкина А.О., Фомина Е.В., Боброва Е.В., Кованова С.С., Ляховецкий В.А., Богачева И.Н.** СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОЗГОВОЙ АКТИВНОСТИ ПРАВШЕЙ И ЛЕВШЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МОТОРНОЙ ЗАДАЧИ ВЕДУЩЕЙ И НЕВЕДУЩЕЙ РУКОЙ  
Savinkina A.O., Fomina E.V., Bobrova E.V., Kovanova S.S., Lyakhovetskiy V.A., Bogacheva I.N. COMPARATIVE ANALYSIS OF RIGHT-HANDERS AND LEFT-HANDERS BRAIN ACTIVITY DURING PERFORMING MOTOR TASKS USING THE LEADING AND NON-LEADING HAND

**Садков В.Ю., Волковицкий В.В., Зеленский К.А., Томиловская Е.С., Козловская И.Б.** АППАРАТНАЯ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ МЯГКОГО ЭКЗОСКЕЛЕТОНА НА ОСНОВЕ МНОГОМЕРНОЙ СЕНСОРНОЙ СРЕДЫ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТИМУЛЯЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ  
Sadkov V., Volkovitskiy V., Zelenskiy K., Tomilovskaya E., Kozlovskaya I. HARDWARE AND SOFTWARE IMPLEMENTATIONS OF THE SOFT EXOSKELETON BIOFEEDBACK SYSTEM BASED ON MULTIDIMENSIONAL SENSORY ENVIRONMENT AND MULTI-STIMULUS EFFECTS

**Селионов В.А., Солопова И.А., Блинов Е.О., Жванский Д.С.** ВЛИЯНИЕ РИТМИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ДИСТАЛЬНЫХ ОТДЕЛОВ РУК НА РЕФЛЕКТОРНУЮ ВОЗБУДИМОСТЬ НЕЙРОНОВ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА СПИННОГО МОЗГА  
Selionov V.A., Solopova I.A., Blinov E.O., Zhvansky D.S. THE EFFECT OF RHYTHMIC MOVEMENTS OF DISTAL PARTS OF THE ARMS ON REFLEX EXCITABILITY OF NEURONS IN THE LUMBAR SPINAL CORD

**Сметанин Б.Н., Кожина Г.В.** ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЗНЫХ РЕАКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА НА КАТОДНУЮ И АНОДНУЮ ГАЛЬВАНИЧЕСКУЮ ВЕСТИБУЛЯРНУЮ СТИМУЛЯЦИЮ  
Smetanin B.N., Kozhina G.V. THE STUDY OF HUMAN POSTURAL REACTIONS ON GALVANIC ANODAL AND CATHODAL VESTIBULAR STIMULATIONS

**Солопова И.А., Селионов В.А., Гареева Р.Р., Жванский Д.С.** ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ МОТОРНЫХ ОТВЕТОВ В РАЗЛИЧНЫХ МЫШЦАХ РУК ОТ ВИБРИРУЕМОЙ МЫШЦЫ: ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ  
Solopova I.A., Selionov V.A., Gareeva R.R., Zhvansky D.S. THE DEPENDENCE OF THE MAGNITUDE OF MOTOR RESPONSES IN VARIOUS MUSCLES OF THE ARMS ON VIBRATED MUSCLE: EXAMINATION BY MEANS OF TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION

**Соснина И.С., Носикова И.Н., Помелов Р.С., Зеленский К.А., Томиловская Е.С., Шипов А.А., Козловская И.Б.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕЗОПОРНОСТИ НА ТОЧНОСТЬ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ ПРОСТЕЙШИХ ФИГУР В ПРОСТРАНСТВЕ  
Sosnina I.S., Nosikova I.N., Pomelov R.S., Zelenskiy K.A., Tomilovskaya E.S., Shipov A.A., Kozlovskaya I.B. STUDY OF THE EFFECTS OF SUPPORT WITHDRAWAL ON ACCURACY OF VOLUNTARY MOVEMENTS IN THE TASK OF SPATIAL REPRODUCTION OF SIMPLE FIGURES

**Тесленко Е.Л., Дамьянович Е.В., Чигалейчик Л.А., Базиян Б.Х.** ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КООРДИНИРОВАННЫХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ, ГОЛОВЫ И РУК У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА И ДИСЦИРКУЛЯТОРНОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ  
Teslenko E.L., Damyanovich E.V., Chigaleychik L.A., Baziyan B.H. ESPECIALLY ELECTROPHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF COORDINATED EYE, HEAD AND HANDS MOVEMENTS IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE AND DISCIRCULATORY ENCEPHALOPATHY

**Томиловская Е.С., Рукавишников И.В., Кофман И.С., Черизано Д.М., Китов В.В., Лысова Н.Ю., Гришин А.П., Фомина Е.В., Решке М.Ф., Козловская И.Б.** ДИНАМИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И СОСТОЯНИЯ СЕНСОМОТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ  
Tomilovskaya E.S., Rukavishnikov I.V., Kofman I.S., Cherisano D.M., Kitov V.V., Lysova N.Yu., Grishin A.P., Fomina E.V., Reschke M.F., Kozlovskaya I.B. DYNAMICS OF RECOVERY OF FUNCTIONAL CAPABILITY AND SENSORY-MOTOR SYSTEM STATE AFTER LONG-TERM SPACE FLIGHTS

**Трембач А.Б., Федорова И.Н., Липатникова М.А., Миниханова Е.Р.** КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВНЕШНЕЙ И ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОГО УПРАЖНЕНИЯ ЖИМ ЛЕЖА СПОРТСМЕНОВ С ПОРАЖЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА  
Trembach A.B., Fedorova I.N., Lipatnicova M.A., Minihanova T.P. QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE EXTERNAL AND INTERNAL STRUCTURE OF THE COMPETITIVE EXERCISE BENCH SPORTSMEN WITH LESIONS OF MUSCULOSKELETAL SYSTEM

**Тяпкина О.В., Нуруллин Л.Ф.** МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА СПИННОГО МОЗГА СОНИ-ПОЛЧКА ПОСЛЕ ИММОБИЛИЗАЦИИ  
Tyapkina O.V., Nurullin L.F. MORPHOMETRIC STUDY OF DORMOUSE LUMBAR SPINAL CORD AFTER IMMOBILIZATION

**Федянин А.О., Еремеев А.А., Балтина Т.В., Балтин М.Э.** ОЦЕНКА ИММУНОЭКСПРЕССИИ СИНАПТОФИЗИНА И PSD95 В МОТОНЕЙРОНАХ СПИННОГО МОЗГА ПОСЛЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕВЕСОМОСТИ У МЫШЕЙ ЛИНИИ C57BLACK/6  
Fedyanin A.O., Eremeev A.A., Baltina T.V., Baltin M.E. EVALUATION OF IMMUNOEXPRESSION SYNAPTOPHYSIN AND PSD95 IN SPINAL CORD MOTONEURONS AFTER SIMULATION OF WEIGHTLESSNESS IN MICE LINE C57BLACK/6

**Филатова О.Е., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Проворова О.В.** ЭФФЕКТ ЕСКОВА-ЗИНЧЕНКО В ОЦЕНКЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА  
Filatova O.E., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Provorova O.V. THE EFFECT ESKOVA-ZINCHENKO IN THE EVALUATION OF THE ORGANIZATION OF HUMAN MOVEMENTS

**Холмогорова Н.В., Семенова Е.С., Левик Ю.С.** РОЛЬ МЕЖСЕНСОРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РЕАЛИЗАЦИИ ИДЕОМОТОРНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОСТУРАЛЬНЫХ ЗАДАЧ  
Kholmogorova N.V., Semenova E.S., Levik Y.S. THE ROLE OF INTERSENSORY INTERACTIONS IN THE IMPLEMENTATION OF IDEOMOTOR SPATIALLY ORIENTED TASKS

**Челноков А.А., Челнокова М.И.** ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СПИНАЛЬНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ  
Chelnokov A.A., Chelnokova M.I. FUNCTIONAL FEATURES OF HUMAN SPINAL INHIBITION DURING VOLUNTARY MOTOR ACTIVITY



**Чуян Е.Н., Бирюкова Е.А., Миронюк И.С., Раваева М.Ю.** ДИНАМИКА СТАТОКИНЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПЫТУЕМЫХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЕЛИГЕОМАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ  
Chuyan E.N., Birukova E.A., Mironyuk I.S., Ravaeva M. Yu. DYNAMICS OF THE STATOKINETIC INDICATORS OF EXAMINEES UNDER THE INFLUENCE OF GELIGEOMAGNETIC FACTORS

**Шигуева Т.А., Томиловская Е.С., Козловская И.Б.** РОЛЬ ОПОРНОЙ И ВЕСОВОЙ РАЗГРУЗКИ В РАЗВИТИИ ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК СПИНАЛЬНОГО РЕФЛЕКСА В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ  
Shigueva T.A., Tomilovskaya E.S., Kozlovskaya I.B. THE ROLE OF SUPPORT AND WEIGHT UNLOADING IN THE DEVELOPMENT OF CHANGES OF SPINAL REFLEXES CHARACTERISTICS MICROGRAVITY UNDER CONDITIONS

### **Нейрорегуляция периферических органов Neuroregulation of peripheral organs**

**Бабина А.В., Лавриненко В.А., Яровая О.И., Салахутдинов Н.Ф.** ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ПРОТИВОВИРУСНОГО ЭФФЕКТА КАМФОРНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ  
Babina A.V., Lavrinenko V.A., Yarovaya O.I., Salakhutdinov N.F. BEHAVIORAL CORRELATES OF CAMPHOR DERIVATES ANTIVIRAL EFFECT

**Билалова Г.А., Ситдиков Ф.Г., Дикопольская Н.Б., Шайхелисламова М.В., Хафизова Э.Ф.** ДОЗОЗАВИСИМЫЙ ЭФФЕКТ ГАЛОПЕРИДОЛА НА СОКРАТИМОСТЬ МИОКАРДА КРЫС  
Bilalova G.A., Sitdikov F.G., Dikopolskaya N.B., Shaykhelislamova M.V., Khafizova E.F. DOSE-DEPENDENT EFFECT OF HALOPERIDOL ON THE MYOCARDIAL CONTRACTILITY OF RATS

**Каладзе Н.Н., Ревенко Н.А.** РОЛЬ ФАКТОРА РОСТА НЕРВОВ В ГЕНЕЗЕ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ И МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА  
Kaladze N.N., Revenko N.A. THE ROLE OF NERVE GROWTH FACTOR IN THE GENESIS OF ARTERIAL HYPERTENSION AND METABOLIC SYNDROME

**Курьянова Е.В., Трясучев А.В., Мясникова Е.А., Ступин В.О.** ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯЦИИ НОРАДРЕНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МАПРОТИЛИНОМ НА АДРЕНОРЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ НЕЛИНЕЙНЫХ КРЫС  
Kuryanova E.V. Tryasuchev A.V., Myasnikova E.A., Stupin V.O. EFFECT OF MAPROTILINE STIMULATION OF THE NORADRENERGIC SYSTEM ON THE ADRENOREACTIVITY OF HEART RATE AND BLOOD ERYTHROCYTE IN NONLINEAR RATS

**Лавриненко В.А., Бабина А.В.** ДОЛГОСРОЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ НЕЙРОГИПОФИЗАРНОГО ВАЗОПРЕССИНА НА ПОЧКУ МЛЕКОПИТАЮЩИХ  
Lavrinenko V.A., Babina A.V. LONG-TERM NEUROHYPOPHYSIAL VASOPRESSIN TREATMENT IN MAMMALIAN KIDNEY

**Мамалыга М.Л.** ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА ПРИ ПРОГРЕССИРУЮЩЕЙ СУДОРОЖНОЙ ГОТОВНОСТИ МОЗГА  
Mamalyga M.L. TELEMETRY MONITORING OF THE HEART WITH PROGRESSIVE CONVULSIVE READINESS OF THE BRAIN

**Рабичев И.Э., Микаелян Р.Н., Аветисян Э.А., Шогерян С.А., Петросян А.А.** СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ КОГНИТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ И ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ ОТ ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА СТУДЕНТОВ 18-22 ЛЕТ  
Rabichev I.E., Mikaelyan R.N., Avetisyan E.A., Shogeryan S.A., Petrosyan A.A. COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF COGNITIVE ABILITIES AND THE VISUAL ACUITY OF THE VEGETATIVE STATUS OF STUDENTS 18-22 YEARS

**Силкин Ю.А., Коротков С.М., Силкина Е.Н.** ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ БИОЭНЕРГЕТИКИ МИТОХОНДРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЯДЕРНЫХ ЭРИТРОЦИТОВ РЫБ  
Silkin Yu.A., Korotkov S.M., Silkin E.N. INVESTIGATION OF MITOCHONDRIAL COMPLEX NUCLEATED RED CELLS BIOENERGY OF FISH

**Тимофеева М.Р., Лукина С.А.** МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОЙ НЕЙРОТРАНСМИССИИ  
Timofeeva M.R., Lukina S.A. METABOLIC LUNG FUNCTION AT ELEVATED DOPAMINERGIC NEUROTRANSMISSION

**Тумановский Ю.М., Макеева А.В., Крюков В.М., Болотских В.И., Савина Г.Ю.** РОЛЬ НЕЙРОРЕГУЛЯТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ В КОМПЕНСАЦИИ НАРУШЕНИЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИИ И ГИПЕРОКСИИ  
Tumanovsky Yu.M., Makeeva A.V., Kryukov V.M., Bolotskih V.I., Savina G.Yu. ROLE OF NEURO REGULATORY MECHANISMS TO COMPENSATE BLOOD CIRCULATION IN CONDITIONS OF HYPOXIA AND HYPEROXIA

**Чумасов Е.И., Петрова Е.С., Коржевский Д.Э.** ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРВНЫХ АППАРАТОВ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НОВОРОЖДЕННОЙ КРЫСЫ  
Chumasov E.I., Petrova E.S., Korzhevskii D.E. THE NERVOUS APPARATUS OF THE PANCREAS IN NEWBORN RAT

**Ярцев В.Н.** ВОССТАНАВЛИВАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ НОРАДРЕНАЛИНА НА НЕЙРОГЕННУЮ ВАЗОРЕАКТИВНОСТЬ, СНИЖЕННУЮ ОКСИДОМ АЗОТА  
Yartsev V.N. NORADRENALINE-EVOKED RESTORATION OF THE NEUROGENIC VASOREACTIVITY DIMINISHED BY NITRIC OXIDE

### **Межклеточные взаимодействия в нервной системе Cellular interactions in nervous system**

**Антонов С.М., Нур М.М.** РЕГУЛЯЦИЯ ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО  $Ca^{2+}$  и ЭКСПРЕССИИ АПОПТОТИЧЕСКИХ БЕЛКОВ ПРИ ЭКСАЙТОТОКСИЧЕСКОМ СТРЕССЕ НЕЙРОНОВ КОРЫ КРЫС  
Antonov S.M., Nur M.M. REGULATION OF EXTRACELLULAR  $Ca^{2+}$  AND APOPTOTIC PROTEINS DURING EXCITOTOXIC STRESS OF RAT CORTICAL NEURONS

**Гиниатуллин А.Р., Петров А.М.** ПЕРОКСИД ВОДОРОДА КАК МОДУЛЯТОР ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СИНАПСЕ МЫШИ  
Giniatullin A.R., Petrov A.M. ACTION OF HYDROGEN PEROXIDE ON SYNAPTIC TRANSMISSION AT THE MOUSE NEUROMUSCULAR JUNCTION

**Заколюкина Е.С., Тукмачева К.А., Сергеев В.Г.** СООТНОШЕНИЕ МИКРОГЛИАЛЬНЫХ ЦИТОФЕНОТИПОВ В ЧЕРНОЙ СУБСТАНЦИИ МОЗГА СТАРЫХ И МОЛОДЫХ КРЫС ПОСЛЕ ИНТРАНИГРАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ БЕЛКА АЛЬФА-СИНУКЛЕИНА  
Zakolyukina E.S., Tykmacheva K.A., Sergeev V.G. MICROGLIAL CYTOPHENOTYPES RATIO IN THE SUBSTANTIA NIGRA OF YOUNG AND OLD RAT BRAINS AFTER INTRANIGRAL ALPHA-SYNUCLEIN ADMINISTRATION

**Капкаева М.Р., Попова О.П., Rogozin П.Д., Кондратенко Р.В., Генрихс Е.Е., Скребицкий В.Г., Хаспеков Л.Г., Исаев Н.К., Стельмашук Е.В.** ИОНЫ МЕДИ СНИЖАЮТ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ГИППОКАМПАЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ  
Kapkayeva M.R., Popova O.V., Rogozin P.D., Kohdratenko R.V., Genrikhs E.E., Skrebitsky V.G., Khaspekov L.G., Isaev N.K., Stelmashook E.V. COPPER IONS DECREASE BIOELECTRIC ACTIVITY OF HIPPOCAMPAL NEURONS

**Комиссаров В.И., Ротмистровская Е.Г.** ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕЙРОННЫХ КОЛОННОК СЛУХОВОЙ СЕНСОРНОЙ КОРЫ МОЗГА  
Komissarov V.I., Rotmistrovskaya E.G. FEATURES OF CO-OPERATION OF NEURON COLUMNS OF AUDITORY SENSORY BRAIN CORTEX

**Логина Н.А., Панов Н.В., Потехина А.А., Косицын Н.С., Свинов М.М.** ВЛИЯНИЕ ОДНОКРАТНОГО ВНУТРИВЕННОГО ВВЕДЕНИЯ КАРБЕНОКСОЛОНА НА ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛА НЕЙРОНАЛЬНЫХ И ГЛИАЛЬНЫХ ЩЕЛЕВЫХ КОНТАКТОВ В НЕОКОРТЕКСЕ КРЫС  
Loginova N.A., Panov N.V., Potekhina A.A., Kositsyn N.S., Svinov M.M. SINGLE INTRAVENOUS INJECTION OF CARBENOXOLONE INFLUENCES ON THE NUMBER OF NEURONAL AND GLIAL GAP JUNCTION IN THE RAT NEOCORTEX

**Миронова Г.Д., Белослудцева Н.В.** МЕХАНИЗМ ВЫХОДА ИОНОВ ПРИ  $Sr^{2+}(Ca^{2+})$ -ЗАВИСИМЫХ ОСЦИЛЛЯЦИЯХ ИОННЫХ ПОТОКОВ В МИТОХОНДРИЯХ И СВЯЗЬ ЭТИХ ОСЦИЛЛЯЦИЙ С КАЛЬЦИЕВОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ КЛЕТОК  
Mironova G.D., Belosludtseva N.V. THE MECHANISM OF ION EFFLUX UNDER  $Sr^{2+}(Ca^{2+})$ -INDUCED OSCILLATIONS OF ION FLUXES IN MITOCHONDRIA. THE CORRELATION OF THE OSCILLATIONS WITH  $Ca^{2+}$  SIGNALING IN CELL

**Нестерова Л.А., Бойко О.В.** АЛЛОСТЕРИЧЕСКАЯ МОДУЛЯЦИЯ АКТИВНОСТИ  $\alpha$ -АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ АТРОПИНОМ И КАРБАХОЛОМ В МЕМБРАНАХ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС  
Nesterova L.A., Boiko O.V. ALLOSTERIC MODULATION OF  $\alpha$ -ADRENOCEPTOR ACTIVITY BY ATROPINE AND CARBACHOL IN RAT BRAIN CORTEX MEMBRANES

**Петрова Е.С.** ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН В НЕЙРОПИЛЕ ЭКТОПИЧЕСКИХ АЛЛОТРАНСПЛАНТАТОВ ЭМБРИОНАЛЬНОГО НЕОКОРТЕКСА КРЫСЫ  
Petrova E.S. IMMUNOHISTOCHEMICAL STUDY OF THE NERVE FIBERS IN THE NEUROPILE OF THE ECTOPIC ALLOGRAFTS OF THE FETAL RAT NEOCORTEX

**Стельмашук Е.В., Генрихс Е.Е., Александрова О.П., Зеленова Е.А., Исаев Н.К.** ГЛЮКОЗНОЕ ГОЛОДАНИЕ ПОТЕНЦИРУЕТ ТОКСИЧНОСТЬ  $Cu^{2+}$  В КУЛЬТУРАХ ЗЕРНИСТЫХ НЕЙРОНОВ МОЗЖЕЧКА И СТИМУЛИРУЕТ  $Cu^{2+}$ -ЗАВИСИМОЕ ВЫСВОБОЖДЕНИЕ ЦИНКА  
Stelmashook E.V., Genrikhs E.E., Alexandrova O.P., Zelenova E.A., Isaev N.K. GLUCOSE STARVATION POTENTIATES  $Cu^{2+}$ -TOXICITY IN CULTURES OF CEREBELLAR GRANULE NEURONS AND STIMULATES  $Cu^{2+}$ -DEPENDENT ZINC RELEASE

**Хазиев Э.Ф., Головяхина А.В., Бухараева Э.А., Никольский Е.Е., Самигуллин Д.В.** РОЛЬ КАЛЬЦИЕВЫХ КАНАЛОВ В РЕАЛИЗАЦИИ ХОЛИНЕРГИЧЕСКОЙ И ПУРИНЕРГИЧЕСКОЙ МОДУЛЯЦИИ КАЛЬЦИЕВОГО ТРАНЗИЕНТА  
Khaziev E.F., Golovyahina A.V., Bukharaeva E.A., Nikolsky E.E., Samigullin D.V. ROLE OF CALCIUM CHANNELS IN THE CHOLINERGIC AND PURINERGIC MODULATION OF CALCIUM TRANSIENT

**Хузахметова В.Ф., Нуруллин Л.Ф., Бухараева Э.А.** СЕПТИНЫ ПОДТИПА SEPT9 И SEPT5 УЧАСТВУЮТ В РЕГУЛЯЦИИ КИНЕТИКИ СЕКРЕЦИИ КВАНТОВ НЕЙРОМЕДИАТОРА В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СОЕДИНЕНИИ  
Khuzakhmetova V., Nurullin L., Bukharaeva E. SEPT9 И SEPT5 SUBTYPES OF SEPTINS ARE INVOLVED INTO REGULATION OF KINETICS OF NEUROTRANSMITTER QUANTAL SECRETION AT THE NEUROMUSCULAR JUNCTION

**Шаронова И.Н., Буканова Ю.В., Скребицкий В.Г.** БЕТА-АМИЛОИДНЫЙ ПЕПТИД (1-42) МОДУЛИРУЕТ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ГЛИЦИНОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ, АКТИВИРУЕМЫХ РАЗНЫМИ АГОНИСТАМИ  
Sharonova I.N., Bukanova J.V., Skrebitsky V.G. BETA-AMYLOID PEPTIDE (1-42) MODULATES FUNCTIONAL PROPERTIES OF GLYCINE RECEPTORS ACTIVATED BY DIFFERENT AGONISTS

**Юзекаева Э.Р., Насретдинов А.Р., Мухтаров М.Р.** ГАММА ОСЦИЛЛЯЦИИ В ГИППОКАМПЕ КРЫСЫ *IN VITRO*  
Juzekaeva E.R., Nasretdinov A.R., Mukhtarov M.R. GAMMA OSCILLATIONS IN THE RAT HIPPOCAMPUS *IN VITRO*

### **Биологически активные вещества – регуляторы функций нервной системы** **Role of biologically active substances in the nervous system**

**Алексеева О.М., Кременцова А.В., Шибряева Л.С., Кривандин А.В., Шаталова О.В., Фаткуллина Л.Д., Ким Ю.А., Ягольник Е.А.** ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ФОСФОЛИПИДОВ В БИСЛОЕ И В МУЛЬТИСЛОЯХ  
Alekseeva O.M., Kremntsova A.V., Shibryaeva L.S., Krivandin A.V., Shatalova O.V., Fatkullina L.D., Kim Yu.A., Yagolnik E.A. PLANT GROWTH REGULATOR ACTION TO THE PHOSPHOLIPID ORGANIZATION AT THE BILAUERS AND MULTILAUERS

**Аскеров Ф.Б., Абасова Б.Р.** АКТИВНОСТЬ ГЛУТАМАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В НЕКОТОРЫХ СТРУКТУРАХ МОЗГА БЕЛЫХ КРЫС НА ФОНЕ ТОТАЛЬНОГО БЕЛКОВОГО И ВИТАМИННОГО ГОЛОДАНИЯ  
Askerov F.B., Abasova B.R. GLUTAMATEDEHYDROGENASE ACTIVITY IN SOME BRAIN STRUCTURES OF WHITE RATS ON BACKGROUND OF TOTAL PROTEIN AND VITAMIN DEFICIENCY

**Аскеров Ф.Б., Абушов Б.М., Азимова А.М., Кадымова С.О., Ибрагимова С.А., Юнусова В.Р., Абасова Б.Р.** МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЕЙ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОГО ДЕФИЦИТА ВИТАМИНА В<sub>6</sub>  
Askerov F.B., Abushov B.M., Azimova A.M., Kadimova S.O., Ibrahimova S.A., Unusova V.R., Abasova B.R. MORPHO-FUNKSIONAL INDICES OF DIFFERENT TISSUES UNDER CHRONIC В<sub>6</sub> VITAMIN DEFICIENCY

**Аскеров Ф.Б., Панахова Х.Г.** ИЗОФЕРМЕНТНЫЙ СПЕКТР ЛАКТАТ ДЕГИДРОГЕНАЗЫ (ЛДГ) В СТРУКТУРАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ВИТАМИННОГО ПИТАНИЯ И НЕДОСТАТОЧНОСТИ ЖИРОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ  
Askerov F.B., Panakhova KH.G. ISOENZYME SPECTRUM OF LACTATE-DEHYDROGENASE IN SOME BRAIN STRUCTURES UNDER COMPLEX VITAMIN FEEDING AND DEFICITY OF LIPOSOLEBLE VITAMINS

**Белова Е.В., Ключева Н.Н., Калашникова Н.М., Окуневич И.В., Парфёнова Н.С., Виноградова Т.В.** ИЗУЧЕНИЕ ГИПОЛИПИДЕМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДНОГО ТРАПИДИЛА  
Belova E., Klyueva N., Kalashnikova N., Okunevich I., Parfenova N., Vinogradova T. THE STUDY OF HYPOLIPIDEMIC ACTION OF A TRAPIDIL DERIVATIVE

**Бинюков В.И., Жигачева И.В., Миль Е.М., Албантова А.А.** РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМА МИТОХОНДРИЙ ГОРОХА АНТИОКСИДАНТАМИ В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ  
Binyukov V.I., Zhigacheva I.V., Mil E.M., Albantova A.A. ADJUSTING THE VOLUME OF MITOCHONDRIA BY ANTIOXIDANTS UNGER STRESSFUL CONDITIONS

**Виноградова Т.В., Ключева Н.Н., Калашникова Н.М., Белова Е.В., Парфёнова Н.С., Окуневич И.В.** ДЕЙСТВИЕ РАСТВОРА ПЧЕЛИНОГО МЁДА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГИПЕРЛИПИДЕМИИ  
Vinogradova T., Klyueva N., Kalashnikova N., Belova E., Parfenova N., Okunevich I. THE ACTION OF A SOLUTION BEE HONEY IN EXPERIMENTAL HYPERLIPIDEMIA

**Вьюнова Т.В., Андреева Л.А., Шевченко К.В., Мясоедов Н.Ф.** АНКСИОЛИТИКИ НА ОСНОВЕ ПЕПТИДОВ КАК РЕГУЛЯТОРЫ АКТИВНОСТИ ГАМК-РЕЦЕПТОРНОЙ СИСТЕМЫ КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА  
Vyunova T.V., Andreeva L.A., Shevchenko K.V., Myasoedov N.F. PEPTIDE – BASED ANXIOLYTICS AS REGULATORS OF GABA – RECEPTOR SYSTEM

**Габитова Д.М., Шайдуллоев И.Ф., Ситдииков Ф.Г., Ситдикова Г.Ф.** ИССЛЕДОВАНИЯ РОЛИ ЦИКЛИЧЕСКОГО ГУАНОЗИНМОНОФОСФАТА В ЭФФЕКТАХ СЕРОВОДОРОДА НА ВЫЗВАННЫЕ СОКРАЩЕНИЯ ТОЩЕЙ КИШКИ КРЫСЫ  
Gabitova D.M., Shaidulloev I.F., Sitdikov F.G., Sitdikova G.F. INVESTIGATION OF THE ROLE OF CYCLIC GUANOSINE MONOPHOSPHATE IN HYDROGEN SULFIDE EFFECTS ON INDUCED CONTRACTION OF RAT JEJUNUM

**Деркач К.В., Сухов И.Б., Кузнецова Л.А., Чистякова О.В., Бузанаков Д.М., Куликова А.А., Бондарева В.М., Шпаков А.О.** ЛЕЧЕНИЕ КРЫС С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2-ГО ТИПА БРОМОКРИПТИНОМ И МЕТФОРМИНОМ ВОССТАНАВЛИВАЕТ ГОРМОНАЛЬНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ АДЕНИЛАТЦИКЛАЗНОЙ СИСТЕМЫ В ГИПОТАЛАМУСЕ

Derkach K.V., Sukhov I.B., Kuznetsova L.A., Chistyakova O.V., Buzanakov D.M., Kulikova A.A., Bondareva V.M., Shpakov A.O. THE BROMOCRYPTINE AND METFORMIN TREATMENT OF RATS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS RESTORES HORMONAL REGULATION OF THE HYPOTHALAMIC ADENYLYL CYCLASE SYSTEM

**Козина В.И., Никифорова А.Б., Вежнина Н.О., Шаталин Ю.В., Шубина В.С.** ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРУКТУРА – АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛИФЕНОЛЬНОЙ ПРИРОДЫ  
Kozina V.I., Nikiforova A.B., Vezhnina N.O., Shatalin Y.V., Shubina V.S. STRUCTURE – ANTIOXIDANT ACTIVITY RELATIONSHIP OF POLYPHENOLS

**Комарова М.С., Николаев М.В., Потапьева Н.Н., Тихонов Д.Б.** ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ SB-366791 – ЭФФЕКТИВНОГО АНТАГОНИСТА TRPV1-РЕЦЕПТОРОВ  
Komarova M.S., Nikolaev M.V., Potapieva N.N., Tikhonov D.B. ANALYSIS OF MECHANISM OF ACTION OF SB-366791 – EFFECTIVE ANTAGONIST OF TRPV1 RECEPTORS

**Крестинина О.В., Одиноква И.В., Бабурин Ю.Л., Крестинин Р.Р., Азарашвили Т.С.** ВЛИЯНИЕ МЕЛАТОНИНА НА TSPO-МОДЕЛИРУЕМУЮ РЕГУЛЯЦИЮ МРТР  
Krestinina O.V., Odinokova I.V., Baburina Yu.L., Krestinin R.R., Azarashvili T.S. INFLUENCE OF MELATONIN TO TSPO-MODULATED REGULATION OF MITOCHONDRIAL PERMEABILITY TRANSITION PORE

**Крючкова А.В., Логинова Н.А., Иноземцев А.Н., Белова О.В., Зимина И.В., Москвина С.Н., Луканидина Т.А.** ИММУНОАКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ИЗ ТИМУСА И КОЖИ ВЛИЯЮТ НА ПОВЕДЕНИЕ, ОБУЧЕНИЕ И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МОЗГА КРЫС  
Kryuchkova A.V., Loginova N.A., Inozemtsev A.N., Belova O.V., Zimina I.V., Moskvina S.N., Lukanidina T.A. IMMUNOACTIVE DRUGS OF THYMUS AND SKIN AFFECT BEHAVIOR, LEARNING, AND STRUCTURAL-FUNCTIONAL STATE OF RAT BRAIN

**Марков А.Г.** МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ ГЕМАТО-ЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА  
Markov A.G. MOLECULAR BASIS OF BLOOD-BRAIN BARRIER

**Матиенко Л.И., Бинюков В.И., Мосолова Л.А., Миль Е.М., Заиков Г.Е.** СТРУКТУРЫ И ФУНКЦИИ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ (NI(Fe)) ДИОКСИГЕНАЗ, ВКЛЮЧЁННЫХ В ЦИКЛ СИНТЕЗА И ВОСПРОИЗВОДСТВА МЕТИОНИНА. РОЛЬ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ МАКРОСТРУКТУР В МЕХАНИЗМЕ КАТАЛИЗА НА МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ  
Matienko L.I., Binyukov V.I., Mosolova L.A., Mil E.M., Zaikov G.E. METAL CONTROL ON STRUCTURE AND FUNCTIONS OF NI(Fe) DIOXYGENASES, INCLUDED IN THE METHIONINE SALVAGE PATHWAY. THE ROLE OF SUPRAMOLECULAR MACROSTRUCTURES IN MECHANISM OF CATALYSIS ON MODEL SYSTEMS

**Миль Е.М., Албантова А.А., Бинюков В.И., Наглер Л.Г., Козаченко А.И.** ЭФФЕКТ ФЕНОЗАНА К НА УРОВЕНЬ АНТИАПОПТОЗНОГО БЕЛКА BCL-2. УРОВЕНЬ АНТИАПОПТОЗНЫХ БЕЛКОВ У КУРИЛЬЩИКОВ  
Mil E.M., Albantova A.A., Binyukov V.I., Nagler L.G., Kozachenko A.I. PHENOZAN EFFECT ON THE LEVEL OF THE ANTIAPOPTOTIC BCL-2. THE LEVEL OF ANTI-APOPTOTIC PROTEINS IN SMOKERS

**Мурина М.А., Рощупкин Д.И., Чудина Н.А., Сергиенко В.И.** СОЗДАНИЕ НОВЫХ СТРУКТУРНЫХ АНАЛОГОВ ХЛОРАМИНА ТАУРИНА ДЛЯ ИНГИБИРОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ТРОМБОЦИТОВ  
Murina M.A., Roshchupkin D.I., Chudina N.A., Sergienko V.I. CREATING OF THE NOVEL STABLE STRUCTURAL ANALOGS OF THE N-CHLOROTAURINE FOR INHIBITION OF PLATELET FUNCTION

**Парфёнова Н.С., Ключева Н.Н., Никульчева Н.Г., Белова Е.В., Виноградова Т.В., Калашникова Н.М., Окуневич И.В.** ГИПОЛИПИДЕМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА МИКРОБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ХОЛЕСТЕРИНОКСИДАЗЫ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА ЖИВОТНЫХ  
Parfenova N., Klyueva N., Nikulicheva N., Belova E., Vinogradova T., Kalashnikova N., Okunevich I. HYPOLIPIDEMIC ACTIVITY OF AN ENZYME OF MICROBIAL ORIGIN OF CHOLESTEROLOXIDASE IN THE EXPERIMENT ON ANIMALS

**Скачилова С.Я., Шилова Е.В., Воронина Т.А., Яснецов В.В., Шилов В.П.** НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫЕ ЭФФЕКТЫ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ С АНТИОКСИДАНТНЫМ ДЕЙСТВИЕМ  
Skachilova S.Ya., Shilova E.V., Voronina T.A., Yasnetsov Vic.V., Shilov V.P. NEUROPROTECTIVE EFFECTS OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS WITH ANTIOXIDATIVE ACTION

**Соколова М.Г., Пенниайнен В.А., Кипенко А.В., Лопатина Е.В.** РОЛЬ ПРОТЕИНКИНАЗЫ C В ИНГИБИРУЮЩЕМ ЭФФЕКТЕ СЫВОРОТКИ КРОВИ БОЛЬНЫХ СМА 2  
Sokolova M.G., Penniaynen V.A., Kipenko A.V., Lopatina E.V. THE ROLE OF PROTEIN KINASE C IN NEURITE-INHIBITORY EFFECT IN PLASMA OF PATIENTS WITH SPINAL MUSCULAR ATROPHY TYPE II

**Тамбовцева Р.В., Быкова У.И.** ВЛИЯНИЕ СУКЦИНАТА АММОНИЯ НА УМСТВЕННУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПОРТСМЕНОВ  
Tambovtseva R.V., Bykova U.I. INFLUENCE SUCCINATE AMMONIUM MENTAL CAPACITY OF ATHLETES

**Шукюрова П.А., Бабаев Х.Ф., Садых-заде Р.А., Гаджиева Б.Х.** ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСТРАКТА РЫЛЕЦ ШАФРАНА ПОСЕВНОГО НА НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛОВОГО ПОВЕДЕНИЯ КРЫС-САМЦОВ

## Экспериментальная и клиническая нейрофармакология Experimental and clinical neuropharmacology

**Выштакалюк А.Б., Зобов В.В., Назаров Н.Г., Гумарова Л.Ф., Парфенов А.А., Кондрашина Д.А., Галяметдинова И.В., Семенов В.Э., Черепнев Г.В., Сидорова И.В., Закиров М.М., Резник В.С.** ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ ПИРИМИДИНА ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОКСИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫМ УГЛЕРОДОМ

Vyshtakalyuk A.B., Zobov V.V., Nazarov N.G., Gumarova L.F., Parfenov A.A., Kondrashina D.A., Galyametdinova I.V., Semenov V.E., Tcherepnev G.V., Sidorova I.V., Zakirov M.M., Reznik V.S. EVALUATION OF EFFICIENCY OF PYRIMIDINE DERIVATIVES FOR CORRECTION OF PARAMETERS OF THE CARBON TETRACHLORIDE TOXIC DAMAGE

**Зобов В.В., Выштакалюк А.Б., Назаров Н.Г., Галяметдинова И.В., Семенов В.Э., Резник В.С.** ВЛИЯНИЕ КОНЪЮГАТА КСИМЕДОНА С АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТОЙ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕЧЕНИ В УСЛОВИЯХ ТОКСИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ, ВЫЗВАННОГО ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫМ УГЛЕРОДОМ

Zobov V.V., Vyshtakalyuk A.B., Nazarov N.G., Galyametdinova I.V., Semenov V.E., Reznik V.S. INFLUENCE OF CONJUGATE OF XYMEDONE WITH ASCORBIC ACID ON BIOCHEMICAL AND MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF LIVER UNDER TOXIC DAMAGE BY CARBON TETRACHLORIDE

**Кисель А.А., Чернышева Г.А., Смольякова В.И., Савченко Р.Р., Плотников М.Б., Ходанович М.Ю.** ВЛИЯНИЕ ПАРАТИРОЗОЛА И ФЛУОКСЕТИНА НА НЕЙРОГЕНЕЗ В ГИППОКАМПе В УСЛОВИЯХ ТОТАЛЬНОЙ ИШЕМИИ У КРЫС

Kisel A.A., Chernyshova G.A., Smolyakova V.I., Savchenko R.R., Plotnikov M.B., Khodanovich M.Yu. EFFECT OF PARATHYROZOL AND FLUOXETINE ON HIPPOCAMPAL NEUROGENESIS AFTER GLOBAL CEREBRAL ISCHEMIA IN RATS

**Кривопапов С.А., Юшков Б.Г.** ВЛИЯНИЕ Г-КСФ НА ПОВЕДЕНИЕ И ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АУДИОГЕНННОГО СУДОРОЖНОГО ПРИПАДКА КРЫС ЛИНИИ КРУШИНСКОГО-МОЛОДКИНОЙ ПРИ ОДНОКРАТНОМ ВНУТРИВЕННОМ ВВЕДЕНИИ

Krivopalov S.A. Yushkov B.G. THE EFFECT OF G-CSF ON THE BEHAVIOR AND TEMPORAL CHARACTERISTICS OF AUDIOGENIC SEIZURES IN KRUSHINSKY-MOLODKINA RAT STRAIN WITH A SINGLE INTRAVENOUS INJECTION

**Куликов А.В., Фурсенко Д.В., Базовкина Д.В., Хоцкин Н.В., Баженова Е.Ю., Попова Н.К.** ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ВОДНОМ ЛАБИРИНТЕ МОРРИСА У МЫШЕЙ, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО НАСЛЕДСТВЕННОЙ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К КАТАЛЕПСИИ: ДЕЙСТВИЕ НЕЙРОТРОФИЧЕСКОГО ФАКТОРА МОЗГА

Kulikov A.V., Fursenko D.V., Bazovkina D.V., Khotskin N.V., Bazhenova E.Y., Popova N.K. SPATIAL LEARNING IN THE MORRIS WATER MAZE IN MICE GENETICALLY DIFFERENT IN THE PREDISPOSITION TO CATALEPSY: THE EFFECT BRAIN-DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR

**Ленцман М.В., Горшкова О.П., Артемьева А.И., Шуваева В.Н., Буров С.В.** ПРЕХОДЯЩАЯ ГЛОБАЛЬНАЯ ИШЕМИЯ МОЗГА ВЫЗЫВАЕТ ДОЛГОСРОЧНОЕ СНИЖЕНИЕ ПЕРФУЗИОННОГО РЕЗЕРВА МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ РЕАКТИВНОСТИ ПИАЛЬНЫХ СОСУДОВ

Lentsman M.V., Gorshkova O.P., Shuvaeva V.N., Artem'eva A.I., Burov S.V. GLOBAL CEREBRAL ISCHEMIA CAUSE LONG-LASTING DECREASE IN BRAIN PERFUSION RESERVOIR VIA CHANGES IN PIAL VESSELS REACTIVITY

**Сиваченко И.Б., Любашина О.А., Пантелеев С.С.** РОЛЬ ЦЕНТРАЛЬНЫХ 5-HT<sub>4</sub> РЕЦЕПТОРОВ В МЕХАНИЗМАХ АБДОМИНАЛЬНОЙ БОЛИ

Sivachenko I.B., Lyubashina O.A., Pantelev S.S. THE ROLE OF CENTRAL 5-HT<sub>4</sub> RECEPTORS IN MECHANISMS ABDOMINAL PAIN

**Чистяков В.А., Семенюк Ю.П., Морозов П.Г., Празднова Е.В., Харченко Е.Ю., Чмыхало В.К., Покудина И.О., Клецкий М.Е., Бородин Г.С., Лисовин А.В., Буров О.Н., Курбатов С.В., Сереженков В.А.** БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ НИТРОБЕНЗОКСАДИАЗОЛОВ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДОНОРОВ NO: ОПЫТЫ НА БАКТЕРИЯХ

Chistyakov V.A., Semenyuk Yu.P., Morozov P.G., Prazdnova E.V., Kharchenko E.Y., Chmyhalo V.K., Pokudina I.O., Kletskiy M.E., Borodkin G.S., Lisovin A.V., Burov O.N., Kurbatov S.V., Serezhnikov V.A. BIOLOGICAL PROPERTIES OF NITROBENZOXADIAZOLES – POTENTIAL DONORS OF NO: EXPERIMENTS ON BACTERIA

**Щелчкова Н.А., Лапшин Р.Д., Белоусова И.И., Осе И.В., Калинкина М.А., Мухина И.В.** ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КАРБОМИЛИРОВАННОГО ДАРБЭПОЭТИНА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ТРАНЗИТОРНОЙ ТОТАЛЬНОЙ ИШЕМИИ У КРЫС

Shchelchkova N.A., Lapshin R.D., Belousova I.I., Ose I.V., Kalinkina M.A., Mukhina I.V. THE EFFECTIVENESS OF CARBAMYLATED DARBEPOETIN IN RAT MODEL OF TRANSIENT GLOBAL CEREBRAL ISCHEMIA

## **Воздействие физических факторов различной природы на нервную систему Effects of various physical factors on nervous system**

**Аббасова М.Т., Юсифов Э.Ю., Гаджиев А.М.** СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЛИПОПЕРОКСИДАЦИИ МИКРОВОЛНОВЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ

Abbasova M.T., Yusifov E.Yu., Gadzhiev A.M. BLOOD COAGULATION AT LIPID PEROXIDATION INTENSITY CHANGE INDUCED BY MICROWAVE IRRADIATION

**Болтаев А.В., Газя Д.В., Башкатова Ю.В., Синенко Д.В.** ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ НЕЙРО-ВЕГЕТАТИВНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Boltaev A.B., Gasia D.V., Bashkatova Yu.V., Sinenko D.V. PECULIARITIES OF REGULATION OF THE NEURO-VEGETATIVE SYSTEM UNDER THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS OF INDUSTRIAL

**Бурых Э.А.** ИЗМЕНЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВотоКА ПРИ РАЗНЫХ ВИДАХ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ЧЕЛОВЕКА НА ФОНЕ УМЕРЕННОЙ ГИПОКСИИ

Burykh E.A. CEREBRAL BLOOD FLOW CHANGES DURING DIFFERENT KINDS OF COGNITIVE ACTIVITY IN HUMAN UNDER MODERATE HYPOXIA

**Васильева В.В., Кулик Н.М., Абдурахманова А.А.** МЕТОД ФИЗИОПРОФИЛАКТИКИ И РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Vasilyeva V.V., Kulik N.M., Abdurakhmanova A.A. METHOD OF PHYSIOPREVENTION AND REHABILITATION FOR PATIENTS WITH DISEASES OF THE NERVOUS SYSTEM

**Горбачева О.С., Хмил Н.В., Гончаренко М.С., Ткаченко А.И., Коробейникова М.О., Белослудцева Н.В., Миронова Г.Д.** ВЛИЯНИЕ ИОНОВ МАРГАНЦА НА СКОРОСТЬ ДЫХАНИЯ МИТОХОНДРИЙ И ВЫХОД ИОНОВ КАЛИЯ ИЗ ЭРИТРОЦИТОВ КРЫС

Gorbacheva O.S., Khmil N.V., Goncharenko M.S., Tkachenko A.I., Korobeynikova M.O., Belosludtseva N.V., Mironova G.D. THE EFFECTS OF MANGANESE IONS ON THE RESPIRATION RATE OF MITOCHONDRIA AND OUTPUT OF POTASSIUM IONS FROM RAT ERYTHROCYTES

**Горлова А.В., Павлов Д.А., Зубков Е.А., Иноземцев А.Н., Чехонин В.П.** РАЗНОНАПРАВЛЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЧАСТОТ В ПРЕДЕЛАХ СЕМЕЙСТВА MURIDAE

Gorlova A.V., Pavlov D.A., Zubkov E.A., Inozemtsev A.N., Chekhonin V.P. OPPOSITE EFFECTS OF EXPOSURE TO ULTRASOUND OF VARIABLE FREQUENCIES WITHIN FAMILY OF MURIDAE

**Гурковский Б.В., Журавлев Б.В., Трифонова Н.Ю., Симаков А.Б.** ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КРЫС ПРИ МИКРОВОЛНОВОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ОБЛУЧЕНИИ, МОДУЛИРОВАННОМ ВРЕМЕННЫМИ ПАТТЕРНАМИ НЕЙРОННОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫМИ ПРИ РАЗНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ МОТИВАЦИЯХ

Gurkovskiy B.V., Zhuravlev B.V., Trifonova N.Yu., Simakov A.B. STUDY OF THE BEHAVIOR OF RATS EXPOSED TO MICROWAVE ELECTROMAGNETIC RADIATION, MODULATED WITH PATTERNS OF THE BRAIN NEURAL ACTIVITY RECORDED DURING DIFFERENT BIOLOGICAL MOTIVATIONS

**Гурова О.А.** ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ У СТУДЕНТОВ ПОСЛЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО ОТКАЗА ОТ КУРЕНИЯ

Gurova O.A. DYNAMICS OF INDICATORS OF BLOOD CIRCULATION IN STUDENTS AFTER SHORT-TERM SMOKING CESSATION

**Донцов А.Е., Воробьев И.А., Зак П.П., Погодина Л.С., Поташникова Д.М., Серезжникова Н.Б., Трофимова Н.Н., Гурьева Т.С., Дадашева О.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ НИЗКОДОЗОВОГО СИНЕГО ОСВЕЩЕНИЯ НА МИТОХОНДРИАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ

Dontsov A.E., Vorobyev I.A., Zak P.P., Pogodina L.S., Potashnikova D.M., Serezhnikova N.B., Trofimova N.N., Gurieva T.S., Dadasheva O.A. THE STUDYING OF LOW LIGHT ILLUMINATION TO MITOCHONDRIAL ACTIVITY

**Дунина Н.Е., Кижеватова Е.А., Михальчич И.О., Омельченко В.П.** ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММА В ОЦЕНКЕ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА В РАЗЛИЧНЫХ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ

Dunina N. E., Kizhevatova E. A., Mihalchich I. O., Omelchenko V. P. ELECTROENCEPHALOGRAM IN THE EVALUATION OF COGNITIVE FUNCTIONS OF BRAIN IN VARIOUS EMOTIONAL STATES

**Керея А.В., Большаков М.А., Кутенков О.П., Ростов В.В.** ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ МЫШЕЙ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАНОСЕКУНДНОГО ИМПУЛЬСНО-ПЕРИОДИЧЕСКОГО МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭПИДИДИМАЛЬНУЮ ЖИРОВУЮ ТКАНЬ

Kereya A.V., Bolshakov M.A., Kutenkov O.P., Rostov V.V. BEHAVIORAL RESPONSES OF MICE AFTER REPEATED EXPOSURE OF EPIDIDYMAL ADIPOSE TISSUE OF MICE TO NANOSECOND REPETITIVE PULSED MICROWAVES

**Копаладзе Р.А., Кубатиев А. А.** НОВАЯ МОДЕЛЬ РЕФЛЕКТОРНОЙ ЭПИЛЕПСИИ У КРЫС

Kopaladze R.A., Kubatiev A.A. A NEW MODEL OF REFLEX EPILEPSY IN RATS

**Маркитантова Ю.В., Акберова С.И., Рябцева А.А., Строева О.Г.** ТКАНЕСПЕЦИФИЧНОЕ ПОРАЖЕНИЕ КЛЕТОК ГЛАЗА МЛЕКОПИТАЮЩИХ IN VIVO В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОСТРОЙ ГИПОКСИИ  
Markitantova Y.V., Akberova S.I., Riabtseva A.A., Stroeveva O.G. TISSUE-SPECIFIC CELL'S DAMAGE IN THE MAMMALS EYE TISSUES IN VIVO, UNDER CONDITION OF THE ACUTE EXPERIMENTAL HYPOXIA

**Мехбалиева Е.Дж.** ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ У МАЛОЛЕТНИХ КРЫС ПРИ ГИПОКСИИ РАЗЛИЧНОЙ ТЯЖЕСТИ  
Mehbaliyeva E.J. MOTION ACTIVITY IN JUVENILE RATS AT HYPOXIA OF DIFFERENT SEVERITY

**Мирошников Д.Б., Константинов К.В., Белозерова Ю.Б., Колчева Ю.А.** ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА БИОАКУСТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ РИЗИДУАЛЬНО-ОРГАНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ЦНС У ДЕТЕЙ 3 - 7 ЛЕТ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХОРЕЧЕВОГО РАЗВИТИЯ  
Miroshnikov D.B., Konstantinov K.V., Belozerova U.B., Kolcheva U.A. FEATURES OF APPLICATION OF METHOD OF BIOACOUSTIC CORRECTION TO COMPENSATE FOR THE EFFECTS OF RIZIDUAL-ORGANIC VIOLATIONS OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM IN CHILDREN 3-7 YEARS WITH A DELAY OF PSYCHOSPEECH DEVELOPMENT

**Назарова Е.В., Крадинова Е.А.** ТЕХНОЛОГИИ ПОТЕНЦИРОВАНИЯ ФИЗИОБАЛЬНЕОТЕРАПИИ В КОРРЕКЦИИ ПОГРАНИЧНЫХ ПСИХИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ НА САНАТОРНО-КУРОРТНОМ ЭТАПЕ  
Nazarova E.V., Kradinova E.V. TECHNOLOGY IN CORRECTION PHYSIOBALNEOTHERAPY OF BORDERLINE MENTAL DISORDERS AT THE HEALTH RESORT STAGE

**Нурбаева Д.Ж.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОЛИНЕВРОПАТИИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ СОЧЕТАННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛОКАЛЬНОЙ И ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ  
Nurbayeva D.Zh. NEUROPHYSIOLOGICAL FEATURES OF PROFESSIONAL POLYNEUROPATHY DUE TO THE COMBINED EFFECTS OF LOCAL AND GENERAL VIBRATION

**Палихова Т.А.** ВЛИЯНИЕ МОНОДИЕТЫ НА КРЫМСКИХ И ПОДМОСКОВНЫХ ВИНОГРАДНЫХ УЛИТОК  
Palikhova T.A. INFLUENCE OF MONO-DIET TO THE CRIMEAN AND OF THE MOSCOW REGION EDIBLE SNAILS

**Рожков В.П., Трифонов М.И., Бекшаев С.С., Белишева Н.К., Пряничников С.В., Сороко С.И.** ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ГРУППОВЫЕ РЕАКЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА НА ВОЗМУЩЕНИЯ ГЕОМАГНИТНОЙ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ У МУЖЧИН В ЗАПОЛЯРЬЕ (ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА СТРУКТУРНОЙ ФУНКЦИИ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЭЭГ)  
Rozhkov V.P., Trifonov M.I., Bekshaev S.S., Belisheva N.K., Prjanichnikov S.V., Soroko S.I. INDIVIDUAL AND GROUP RESPONSES OF THE BRAIN BIOELECTRICAL ACTIVITY IN MEN IN THE ARCTIC TO SOLAR ACTIVITY AND GEOMAGNETIC DISTURBANCES (ACCORDING TO THE ANALYSIS OF STRUCTURAL MULTICHANNEL EEG FUNCTION)

**Саркисян В.Р., Саргсян В.А., Саркисян Р.Ш.** ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ИНФОРМАЦИОННОГО ПОСРЕДНИКА НА УРОВЕНЬ ТРЕВОЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА  
Sargsyan V.R., Sargsyan V.A., Sargsyan R.Sh. EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION AND INFORMATION MEDIATOR ON THE LEVEL OF HUMAN ANXIETY

**Симаков А.Б., Бочаров Ю.И., Водохлебов И.Н., Гурковский Б.В., Журавлев Б.В.** ПОБОЧНЫЙ ЭФФЕКТ ВЛИЯНИЯ БИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО СВЧ РАДИОКАНАЛА НА КАРДИОРИТМИКУ ЧЕЛОВЕКА  
Simakov A.B., Bocharov Yu.I., Vodokhlebov I.N., Gurkovskiy B.V., Zhuravlev B.V. A SIDE EFFECT OF MICROWAVE BIOTELEMETRY ON HUMAN CARDIORHYTHMIC

**Тамбовцева Р.В., Фомин А.В., Плетнева Е.В.** ВЛИЯНИЕ 20-ДНЕВНОГО ГОЛОДАНИЯ НА ПСИХОМОТОРИКУ СПОРТСМЕНОВ  
Tambovtseva R.V., Fomin A.V., Pletneva E.V. EFFECT OF 20-DAY STARVATION ON PSYCHOMOTOR ATHLETES

**Филатов М.А., Веракса А.Н., Поскина Т.Ю., Эльман К.А.** ХАОТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТРЕМОРА В ОЦЕНКЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ  
Filatov M.A., Veraksa A.N., Poskina T.Y., Elman K.A. CHAOTIC PARAMETERS OF TREMOR IN THE ASSESSMENT OF ACOUSTIC IMPACTS

**Хорсева Н.И., Аль-Курди О.Р., Максимова Н.А.** ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ЗАДАННОГО РИТМА ДЕТЬМИ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗЬЮ (пилотное исследование)  
Khorseva N.I., Al'-Kurdi O.R., Maksimova N.A. REPRODUCNION OF SPECIFIED RHYTHMS CHILDREN-USERS OF MOBILE PHONE (pilot study)

**Хусаинов Д.Р., Коренюк И.И., Темурьянц Н.А., Черетаев И.В., Чайка А.В.** ОСОБЕННОСТИ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КРЫС И ПРОТИВОБОЛЕВОЙ АКТИВНОСТИ АСПИРИНА В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ  
Khusainov D.R., Korenyuk I.I., Temuryants N.A., Cheretaev I.V., Chajka A.V. FEATURES OF PAIN SENSITIVITY IN RATS AND ANALGESIC ACTIVITY OF ASPIRIN UNDER MODERATE ELECTROMAGNETIC SHIELDING

**Чурилова А.В., Глущенко Т.С., Самойлов М.О.** ВЛИЯНИЕ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА УРОВЕНЬ ЭКСПРЕССИИ АЦЕТИЛИРОВАННЫХ И МЕТИЛИРОВАННЫХ ФОРМ ГИСТОНОВ В НЕЙРОНАХ НЕОКОРТЕКСА И ГИППОКАМПА КРЫС

Churilova A., Gluschenko T., Samoilov M. THE EFFECT OF HYPOBARIC HYPOXIA ON THE EXPRESSION OF ACETYLATED AND METHYLATED SITES OF HISTONES IN NEURONS OF RAT NEOCORTEX AND HIPPOCAMPUS

**Штемберг А.С., Кохан В.С., Базян А.С., Кудрин В.С., Матвеева М.И.** ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕПРИВАЦИИ НА ПОВЕДЕНИЕ КРЫС И ЕГО НЕЙРОХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ОБЩЕГО АДАПТАЦИОННОГО СИНДРОМА

Shtemberg A.S., Kohan V.S., Bazyan A.S., Kudrin V.S., Matveeva M.I. THE EFFECTS OF THE IONIZING RADIATION AND THE MOTOR DEPRIVATION INFLUENCE ON THE RATS BEHAVIOR AND ITS NEUROCHEMICAL MECHANISMS IN THE DIFFERENT STAGES OF THE GENERAL ADAPTATION SYNDROM

**Ященко С.Г., Рыбалко С.Ю.** МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭПИФИЗА БЕЛЫХ КРЫС В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ СОВРЕМЕННЫХ КОММУНИКАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

Yashchenko S.G., Rybalko S.Y. MORPHOFUNCTIONAL CHANGES EPIPHYSIS WHITE RATS WITH CHRONIC OF ELECTROMAGNETIC EFFECTS OF MODERN COMMUNICATION DEVICES

### **Онтогенез нервной системы Ontogenesis of nervous system**

**Аллахвердиева А.А., Аллахвердиев А.Р.** ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОЗГА ПРИ НЕВРОЗАХ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

Allakhverdieva A.A., Allakhvediev A.R. THE FUNCTIONALE STATE OF THE NONSPECIFIC BRAIN SYSTEMS OF ADOLESCENCE PERSONS SUFFERING NEUROSES

**Бабаев А.А., Белоусова И.И., Туровская М.В., Туровский Е.А., Епифанова Е.А., Тутукова С.А., Тарабыкин В.С.** ПРОВЕДЕНИЕ ЕНУ-ИНДУЦИРОВАННОГО МУТАГЕНЕЗА У МЫШЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ МУТАЦИЙ, КОНТРОЛИРУЮЩИХ ПОРОКИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Babaev A.A., Belousova I.I., Turovskaya M.V., Turovsky E.A., Epifanova E.A., Tutukova S.A., Tarabykin V.S. ENU INDUCED MUTAGENESIS IN THE MOUSE FOR IDENTIFICATION OF NOVEL MUTATIONS CAUSING MALFORMATIONS OF CORTICAL DEVELOPMENT

**Бартош Т.П., Бартош О.П.** ОСОБЕННОСТИ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ ПОДРОСТКОВ РАЗНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Bartosh T.P., Bartosh O.P. RATES OF REACTIONS DEMONSTRATED BY DIFFERENT ETHNIC GROUPS OF ADOLESCENTS IN MAGADAN REGION

**Васильева В.А., Шумейко Н.С.** НЕЙРО-ГЛИО-СОСУДИСТЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ В РАЗНЫХ ОБЛАСТЯХ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА ДЕТЕЙ

Vasilyeva V.A., Shumejko N.S. RELATIONSHIP BETWEEN NEURON, GLIAL AND VASCULAR COMPONENTS IN DIFFERENT AREAS OF HUMAN CEREBRAL CORTEX OF THE CHILDREN

**Дамьянович Е. В., Чигалейчик Л.А., Тесленко Е.Л., Базиян Б.Х.** ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ САККАДИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ У ДЕТЕЙ С СИНДРОМОМ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И ГИПЕРАКТИВНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ВЗРОСЛЕНИЯ

Damianovich E.V., Chigaleichik L.A., Teslenko E.L., Baziyon B.Kh. CHANGES IN PARAMETRES OF SACCADIC EYE MOVEMENTS IN CHILDREN WITH ATTENTION DEFICIT DISORDER AND HYPERACTIVITY IN THE CONTINUOUSLY GROWING UP

**Кожемякина Р.В., Коношенко М.Ю., Плюснина И.Ф., Маркель А.Л.** МАТЕРИНСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ СЕРЫХ КРЫС ПРИ ИХ ОТБОРЕ НА АГРЕССИВНОСТЬ

Kozhemyakina R.V., Konoshenko M.Yu., Plyusnina I.F., Markel A.L. THE FEDERAL RESEARCH CENTER INSTITUTE OF CYTOLOGY AND GENETICS

**Корнеева Е.В., Тиунова А.А., Александров Л.И., Голубева Т.Б.** МОТИВАЦИОННЫЙ БАЛАНС ПРИ ПИЩЕВОМ ПОВЕДЕНИИ ВЛИЯЕТ НА АКТИВАЦИЮ НЕЙРОНОВ ЭНТОПАЛЛИУМА

Korneeva E.V., Tiunova A.A., Alexandrov L.I., Golubeva T.B. MOTIVATION BALANCE DURING FEEDING BEHAVIOR AFFECTS ENTOPALLIUM NEURONS' ACTIVATION

**Макаренко И.Г.** ПЕРИНАТАЛЬНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ ЛАТЕРАЛЬНОЙ ПРЕОПТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ГИПОТАЛАМУСА НА УЗДЕЧКУ У КРЫС

Makarenko I.G. PERINATAL FORMATION OF LATERAL PREOPTIC HYPOTHALAMIC PROJECTIONS TO HAVENULA IN RAT

**Синцов М.Ю., Сучков Д.С., Мухтаров М.Р., Хазипов Р.Н., Минлебаев М.Г.** РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННЕГО ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В СОМАТОСЕНСОРНОЙ КОРЕ НОВОРОЖДЕННЫХ КРЫСЯТ



Sintsov M. J., Suchkov D.S., Mukhtarov M.R., Khazipov R.N., Minlebaev M.G. DEVELOPMENT OF INTRINSIC OPTICAL SIGNAL IN SOMATOSENSORY CORTEX OF NEONATAL RAT

**Султанова А.С.** НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ СИНДРОМЫ В ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ: К ВОПРОСУ СОЦИАЛЬНОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО В ОНТОГЕНЕЗЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Sultanova A. NEUROPSYCHOLOGICAL SYNDROMES IN CHILDREN: TO THE ISSUE OF SOCIAL AND BIOLOGICAL FACTORS IN THE ONTOGENESIS OF THE NERVOUS SYSTEM

**Телегина Д. В., Кожевникова О.С., Колосова Н.Г.** МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ГИБЕЛИ КЛЕТОК В СЕТЧАТКЕ КРЫС ПРИ СТАРЕНИИ И РАЗВИТИИ РЕТИНОПАТИИ

Telegina D.V., Kozhevnikova O.S., Kolosova N.G. MOLECULAR MECHANISMS OF CELL DEATH IN THE RETINA OF RATS DURING AGING AND THE DEVELOPMENT OF RETINOPATHY

**Трохимчук Л.Ф., Шквирина О.И., Страмцова А.Н., Стрижакова Т.Ю.** АВТОНОМНЫЙ И ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОНТУР РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА КАК ОБЪЕКТИВНЫЙ КРИТЕРИЙ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ АДАПТИВНОСТИ РЕБЕНКА К НАЧАЛУ ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛЕ

Trokchimchuk L.F.; Shkvirina O.I.; Stramtzova A. N.; Strizhakova T.Y. AUTONOMOUS AND CENTRAL CARDIO RATE REGULATION CONTOUR AS AN OBJECTIVE CRITERIUM OF CHILD' S INDIVIDUAL ADAPTIVITY BY THE START OF SCHOOLING

**Хожай Л.И., Ильичева Н.В.** ЭКСПРЕССИЯ GABA, GABA-A И GABA-B В Böttinger complex У КРЫС В РАННИЙ ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД В НОРМЕ И ПРИ ПРЕНАТАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ СЕРОТОНИНА

Khozhai L.I., Ilyicheva N.V. EXPRESSION GABA, GABA-A AND GABA-B IN Böttinger complex AT RATS IN THE EARLY POSTNATAL PERIOD IN NORM AND AT PRENATAL DEFICIENCY OF THE SEROTONIN

**Цехмистренко Т.А.** СТРУКТУРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЗЕРНИСТОГО СЛОЯ В КОРЕ ВЕСТИБУЛЯРНОГО МОЗЖЕЧКА ЧЕЛОВЕКА ОТ РОЖДЕНИЯ ДО 7 ЛЕТ

Tsekhmistrenko T.A. STRUCTURAL TRANSFORMATIONS OF A GRANULAR LAYER IN A HUMAN CORTEX OF VESTIBULOCEREBELLUM FROM THE BIRTH TILL 7 YEARS

**Шишелова А.Ю., Новикова Е.С., Цветаева Д.А.** ВЛИЯНИЕ ОПЫТА МАТЕРИНСТВА НА РАЗВИТИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОТОМСТВА

Shishelova A.Yu., Novikova E.S., Tsvetaeva D.A. INFLUENCE OF THE MOTHERHOOD EXPERIENCE ON THE DEVELOPMENT OF BEHAVIOR IN THE OFFSPRING

## **Нейродегенеративные заболевания и опухоли мозга Neurodegenerative diseases and cerebral tumor**

**Андреева О.К.** КОГНИТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ РТУТНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

Andreeva D.C. COGNITIVE IMPAIRMENT IN CHRONIC MERCURY INTOXICATION

**Ахметгалеева А.Ф., Хидиятова И.М., Сайфуллина Е.В., Идрисова Р.Ф., Магжанов Р.В., Хуснутдинова Э.К.** ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАСЛЕДСТВЕННЫХ СПАСТИЧЕСКИХ ПАРАПЛЕГИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Akhmetgaleyeva A.F., Khidiyatova I.M., Saifullina E.V., Idrisova R.F., Magzhanov R.V., Khusnutdinova E.K. EPIDEMIOLOGICAL AND MOLECULAR-GENETIC STUDY OF HEREDITARY SPASTIC PARAPLEGIAS IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

**Большакова О.И., Шувалова П.К., Слободина А.Д., Саранцева С.В.** ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА Фуллеренолов C<sub>60</sub>(OH)<sub>38-40</sub>, C<sub>70</sub>(OH)<sub>30</sub> и C<sub>120</sub>(OH)<sub>n</sub> *IN VITRO* И НА МОДЕЛЯХ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА *DROSOPHILA MELANOGASTER*.

Bolshakova O.I., Shuvalova P.K., Slobodina A.D., Sarantseva S.V. STUDY OF TOXICITY AND BIOLOGICAL POTENTIAL OF FULLERENOLS C<sub>60</sub>(OH)<sub>38-40</sub> и C<sub>70</sub>(OH)<sub>30</sub> C<sub>120</sub>(OH)<sub>n</sub> *IN VITRO* AND IN *DROSOPHILA* MODEL OF NEURODEGENERATIVE DISEASES

**Voronina T., Grechko N.** DIABETES TYPE 2 AND CANCER: AN INTEGRATIVE APPROACH TO PREVENTION AND REHABILITATION

**Воронина Т.Н., Гречко Н.В.** ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ГОЛОДАНИЕ И ИНТЕРВАЛЬНАЯ ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА ПРОТИВ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Voronina T.N. Grechko N.V. INTERMITTENT FASTING AND INTERMITTENT HYPOXIA TRAINING AGAINST DEGENERATIVE BRAIN DISEASES

**Журавлева З.Н., Хуцян С.С., Журавлев Г.И.** МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПИЛЕПТОГЕННОГО ФОКУСА С ПОМОЩЬЮ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ НЕЙРОТРАНСПЛАНТАЦИИ. ИЗУЧЕНИЕ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ СИНАПСОВ И СОСТОЯНИЯ ГАМК-ЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Zhuravleva Z.N., Khutsian S.S., Zhuravlev G.I. MODELING OF EPILEPTOGENIC FOCUS BY INTRAOCULAR NEUROTRANSPLANTATION. STUDY OF THE SYNAPTIC ULTRASTRUCTURE AND STATE OF GABA-ERGIC SYSTEM

**Зыбина А.М., Куличенкова К.Н., Солодков Р.В., Титов С.А., Аббасова К.Р.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ Р-ГЛИКОПРОТЕИНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТА НАНОСОМАЛЬНОЙ ФОРМЫ КАРБАМАЗЕПИНА ЧЕРЕЗ ГЕМАТО-ЭНЦЕФАЛИЧЕСКИЙ БАРЬЕР

Zybina A., Kulichenkova K., Solodkov R., Titov S., Abbasova K. THE STUDY OF P-GLYCOPROTEIN IMPACT ON THE EFFICIENCY OF NANOSOMAL FORM OF CARBAMAZEPINE TRANSPORT ACROSS THE BLOOD-BRAIN BARRIER

**Казанова Г.В., Огурцов Д.П., Малашенкова И.К., Гаврилова С.И.** ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОНОЦИТОВ КРОВИ У БОЛЬНЫХ С МЯГКИМИ КОГНИТИВНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Kazanova G.V., Ogurtsov D.P., Malashenkova I.K., Gavrilova S.I. PHENOTYPING OF BLOOD MONOCYTES IN PATIENTS WITH MILD COGNITIVE IMPAIRMENT

**Копонев С.В.** РАК МОЗГА - ЭТО РАК ИЛИ ОЧАГИ ВОЗБУЖДЕНИЯ СТРЕССА? НПЦ "БиоФрактал" Москва. Тезисов нет.

**Куличенкова К.Н., Зыбина А.М., Солодков Р.В., Аббасова К.Р.** ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ПОВТОРНЫМ ГИПЕРТЕРМИЧЕСКИ-ВЫЗВАННЫМ СУДОРОГАМ И ВЫЗВАННЫЕ ИМИ СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОЗГА У КРЫС ЛИНИИ WAG/RIJ

Kulichenkova K., Zybina A., Solodkov R., Abbasova K. SENSITIVITY TO MULTIPLE HYPERTHERMIC SEIZURES AND SUBSEQUENT BRAIN STRUCTURAL CHANGES IN WAG/RIJ STRAIN RATS

**Малашенкова И.К., Хайлов Н.А., Крынский С.А., Огурцов Д.П., Казанова Г.В., Величковский Б.Б., Селезнева Н.Д., Федорова Я.Б., Пономарева Е.В., Кольхалов И.В., Гаврилова С.И., Дидковский Н.А.** СЫВОРОТОЧНЫЙ УРОВЕНЬ ЦИТОКИНОВ ПРИ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВАХ

Malashenkova I.K., Krynskiy S.A., Ogurtsov D.P., Hailov N.A., Kazanova G.V., Velichkovskiy B. B., Selezneva N.D., Fedorova Y.B., Ponomareva E.V., Kolyhalov I.V., Gavrilova S.I., Didkovsky N.A. SERUM LEVEL OF CYTOKINES IN COGNITIVE DISORDERS

**Малашенкова И.К., Хайлов Н.А., Крынский С.А., Огурцов Д.П., Селезнева Н.Д., Федорова Я.Б., Пономарева Е.В., Кольхалов И.В., Гаврилова С.И., Дидковский Н.А.** УРОВЕНЬ ФАКТОРА РОСТА НЕРВОВ В СЫВОРОТКЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕРЕБРОЛИЗИНА ПРИ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВАХ

Malashenkova I.K., Hailov N.A., Krynskiy S.A., Ogurtsov D.P., Selezneva N.D., Fedorova Y.B., Ponomareva E.V., Kolyhalov I.V., Gavrilova S.I., Didkovsky N.A. SERUM LEVEL OF NERVE GROWTH FACTOR AND THE CLINICAL EFFECT OF CEREBROLYSIN IN COGNITIVE DISORDERS

**Муралёва Н.А., Максимова К.Ю., Колосова Н.Г., Стефанова Н.А.** УСИЛЕННОЕ НАКОПЛЕНИЕ АМИЛОИДА-БЕТА СТАНОВИТСЯ ВТОРИЧНЫМ СОБЫТИЕМ ПРИ РАЗВИТИИ ПРИЗНАКОВ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА У КРЫС OXYS

Muraleva N.A., Maksimova K.Yi., Kolosova N.G., Stefanova N.A. AMYLOID ACCUMULATION IS A LATE EVENT IN SPORADIC ALZHEIMER'S DISEASE-LIKE PATHOLOGY IN OXYS RATS

**Мухамедьяров М.А., Петухова Е.О., Ризванов А.А., Мухамедшина Я.О., Зефирова А.Л., Исламов Р.Р.** РАЗРАБОТКА ГЕННО-КЛЕТОЧНЫХ ПОДХОДОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА

Mukhamedyarov M.A., Petukhova E.O., Rizvanov A.A., Mukhamedshina Y.O., Zefirov A.L., Islamov R.R. DEVELOPMENT OF GENE-CELL APPROACHES FOR TREATMENT OF ALZHEIMER'S DISEASE

**Мухамедьяров М.А., Зефирова А.Л.** ВРЕМЕННОЙ ХОД РАЗВИТИЯ ДИСФУНКЦИИ СИСТЕМЫ «НЕРВ-МЫШЦА» В МОДЕЛИ БОКОВОГО АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА

Mukhamedyarov M.A., Zefirov A.L. TIME COURSE OF DEVELOPMENT OF DYSFUNCTION OF SYSTEM "NERVE-MUSCLE" IN MODEL OF AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS

**Першина Е. В., Гордон Р.Я., Архипов В.И.** ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОДЕГЕНЕРАЦИИ, ИНДУЦИРОВАННОЙ КАИНАТОМ И ТРИМЕТИЛОЛОВОМ В ГИППОКАМПЕ

Pershina E.V., Gordon R.Ya., Arkhipov V.I. PECULIARITIES OF NEURODEGENERATION INDUCED BY KAINATE AND TRIMETHYLITIN IN THE HIPPOCAMPUS

**Пономарева Н.В., Тутукова С.А., Лебедева А.В., Епифанова Е.А., Бабаев А.А.** ОЦЕНКА ЭКСПРЕССИИ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ БЕЛКОВ В СОСТАВЕ ГЕННО-ИНЖЕНЕРНЫХ АДЕНОВИРУСНЫХ КОНСТРУКТОВ НА КУЛЬТУРЕ КЛЕТОК ГЛИОМЫ ЧЕЛОВЕКА U-251

Ponomareva N.V., Tutukova S.A., Lebedeva A.V., Epifanova E.A., Babaev A.A. EVALUATION OF FLUORESCENT PROTEIN EXPRESSION IN GENETICALLY ENGINEERED ADENOVIRAL CONSTRUCTS IN THE CULTURE OF U251 HUMAN GLIOMA CELLS

**Протасова Т.П., Шихлярова А.И., Пушкин А.А., Коробейникова Е.П., Зинькович М.С.** ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА НА ЭТАПАХ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ С МЕТАСТАТИЧЕСКИМ ПОРАЖЕНИЕМ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Protasova T.P., Shikhlyarova A.I., Pushkin A.A., Korobeynikova E.P., Zinkovich M.S. INTEGRAL PARAMETERS OF THE BODY STATE IN PATIENTS WITH BRAIN METASTASIS DURING RADIOTHERAPY

**Рудницкая Е.А., Максимова К.Ю., Муралёва Н.А., Колосова Н.Г., Стефанова Н.А.** ПОТЕНЦИАЛ МЕЛАТОНИНА В ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Rudnitskaya E.A., Maksimova K.Yi., Muraleva N.A., Kolosova N.G., Stefanova N.A. THE POTENTIAL OF MELATONIN IN PREVENTION AND TREATMENT OF ALZHEIMER'S DISEASE: EXPERIMENTAL STUDY

**Стефанова Н.А., Ершов Н.И., Муралева Н.А., Колосова Н.Г.** ИЗМЕНЕНИЯ ТРАНСКРИПТОМА ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ И ГИППОКАМПА ПРИ РАЗВИТИИ ПРИЗНАКОВ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА У КРЫС OXYS  
Stefanova N.A., Ershov N.I., Muraleva N.A., Kolosova N.G. CHANGES IN THE TRANSCRIPTOME OF THE PREFRONTAL CORTEX AND HIPPOCAMPUS OF OXYS RATS AS THE SIGNS OF ALZHEIMER'S DISEASE DEVELOP

**Тихобразова О.П., Бялябин А.В., Муравьева М.С., Ключев Е.А., Тимашов П.С., Баграташвили В.Н., Мухина И.В.** ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОДЕГРАДИРУЕМОГО 3D СКАФФОЛДА ПРИ ТЕРАПИИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ  
Tikhobrazova O.P., Balyabin A.V., Muravyeva M.S., Kluev E.A., Timashov P.S., Bagratashvili V.N., Mukhina I.V. EXPERIMENTAL ESTIMATION POSSIBILITY OF USING THE BIODEGRADABLE 3D SCAFFOLD IN THE TREATMENT OF TRAUMATIC BRAIN INJURY

**Хоч Н.С., Катаева Н.Г., Отмахов В.И., Анжина О.А.** ОСОБЕННОСТИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА И ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАЦИЕНТОВ С ПАТОЛОГИЕЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
Hoch N.S., Kataeva N.G., Otmakhov V.I., Anzhina O.A. FEATURES OF THE MICROELEMENT STATUS AND PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PATIENTS WITH PATHOLOGY OF THE PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM

**Чигалейчик Л.А., Дамьянович Е.В., Тесленко Е.Л., Базиян Б.Х., Полещук В.В.** СЕМИОТИКА САККАД ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА  
Chigaleychik L.A., Damyanovich E.V., Teslenko E.L., Baziyan B. Kh., Poleshchuk V.V. SEMIOTICS OF SACCADES IN PARKINSON'S DISEASE

**Шалимов В.В.** ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ  
Shalimov V.V. GENESIS AND DEVELOPMENT OF PRION DISEASES

### **Нейробиология сна-бодрствования Neurobiology of sleep-wakefulness**

**Абушов Б.М.** УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ НЕРВНЫХ КЛЕТОК ПОЛЯ CA<sub>1</sub> ГИППОКАМПА КРЫС ПРИ 96-ЧАСОВОЙ ТОТАЛЬНОЙ ДЕПРИВАЦИИ СНА И ПОСЛЕ ЕЕ ОТМЕНЫ  
Abushov B.M. ULTRA-STRUCTURAL PLASTICITY OF RAT CA<sub>1</sub> HIPPOCAMPAL NERVOUS CELLS UNDER 96-HOURS TOTAL SLEEP DEPRIVATION AND AFTER ITS WITHDRAWAL

**Замощина Т.А.** ВЛИЯНИЕ ДЕСТРУКЦИИ ПРАВОГО СУПРАХИАЗМАТИЧЕСКОГО ЯДРА НА ЭЭГ СНА КРЫСЫ  
Zamoshchina T.A. EFFECT OF THE DESTRUCTION OF THE RIGHT SUPRACHIASMATIC NUCLEI IN THE ORGANIZATION OF THE EEG SLEEP OF RAT

**Захаров А.В., Хивинцева Е.В., Антипов О.И.** ПОЛИСОМНОГРАФИЧЕСКИЕ МАРКЕТЫ СУБЪЕКТИВНОЙ ТЯЖЕСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНСОМНИИ

**Лемешко К.А.** НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СНОВИДЕНИЙ

**Полугрудов А.С., Панев А.С., Смирнов В.В., Падерин Н.М., Борисенков М.Ф., Попов С.В.** СУТОЧНЫЙ РИТМ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАПЯСТЬЯ И РЕАКЦИЯ КОРТИЗОЛА НА ПРОБУЖДЕНИЕ ПРИ СОЦИАЛЬНОМ ДЖЕТЛАГЕ У МОЛОДЫХ ЖИТЕЛЕЙ СЕВЕРА  
Polugrudov A.S., Panev A.S., Smirnov V.V., Paderin N.M., Borisenkov M.F., Popov S.V. WRIST TEMPERATURE AND CORTISOL AWAKENING RESPONSE AMONG YOUNG NORTHERNERS WITH SOCIAL JETLAG

### **Санокреатология, формирование и поддержание психического здоровья Sanocreatology, formation and maintenance of mental health**

**Белова О.А.** ФАКТОРЫ, ОТРИЦАТЕЛЬНО ВЛИЯЮЩИЕ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЕ УЧАЩИХСЯ  
Belova O.A. NEGATIVE FACTORS AFFECTING THE STATE OF HEALTH OF SCHOOL CHILDREN

**Березовская Е.С.** КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ДЕВИАЦИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПСИХОСАНОКРЕАТОЛОГИИ  
Berezovskaia E.S. CLASSIFICATION OF BEHAVIORAL DEVIATIONS IN TERMS OF PSYCHOSANOCREATOLOGY

**Брикунова С.С.** АРТПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОРРЕКЦИОННОЙ РАБОТЕ С ДЕТЬМИ С ОСОБЫМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ  
Brikunova S.S. ART PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES IN CORRECTIONAL WORK WITH CHILDREN WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS

**Вуду Л.Ф., Лакуста В.Н.** ДИНАМИКА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИМИЧЕСКИХ МЫШЦ У БОЛЬНЫХ ГИПОТИРЕОЗОМ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕЧЕНИЯ  
Vudu L.F., Lacusta V.N. DYNAMICS OF PSYCHO-EMOTIONAL MANIFESTATIONS AND BIOELECTRICAL ACTIVITY OF FACIAL MUSCLES IN HYPOTHYROID PATIENTS UNDER TREATMENT

**Лакуста В.Н., Фала В.Д.** ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПЕРИОДОНТИТ-ОРГАН (СЕРДЦЕ) – МИШЕНЬ В ПАРОДОНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ  
Lacusta V.N., Fala V.D. A PHYSIOLOGY-BASED PERIODONTITIS-ORGAN (HEART)-TARGET CONCEPT IN PERIODONTAL MEDICINE

**Лакуста В.Н., Вуду Л.Ф.** ПОКАЗАТЕЛИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ ГИПОТИРЕОЗОМ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕЧЕНИЯ L-ТИРОКСИНОМ  
Lacusta V.N., Vudu L.F. INDICATORS OF VEGETATIVE REGULATION OF HEART RHYTHM IN PATIENTS WITH HYPOTHYROIDISM AFTER TREATMENT WITH L-THYROXINE

**Мирошник И.М., Гаврилин Е.В., Каладзе Н.Н., Креслов А.И.** ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ, РАЗРАБОТАННЫХ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЕ КООРДИНАЦИОННОЙ ПСИХОЛОГИИ РАЗВИТИЯ МИРОШНИК, ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РФ  
Miroshnik I.M. , Gavrilin E.V. , Kaladze N.N. , Kreslov A.I. THE APPLICATION OF INNOVATIVE METHODS AND TECHNOLOGIES CREATED IN THE MIROSHNIK'S NATIONAL SCIENTIFIC SCHOOL OF THE COORDINATIONAL PSYCHOLOGY OF DEVELOPMENT TO BUILD AND MAINTAIN MENTAL HEALTH OF THE RUSSIA POPULATIONS

**Мухамеджанов Э.К., Есыров О.В., Ходарина Н.Н.** ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

**Соболева И.В., Давлидгильдеев Р.З.** ОЗДОРОВИТЕЛЬНАЯ И АДАПТИВНАЯ ВЕРХОВАЯ ЕЗДА КАК СПОСОБ ПОДДЕРЖАНИЯ ЗДОРОВЬЯ  
Soboleva I.V. Davlidgildeev R.Z. WELNESS AND ADAPTIVE RIDING AS A WAY TO MAINTAIN HEALTH

**Соловьева С.В., Бадашкова О.В., Соловьев В.С.** ПРОЯВЛЕНИЕ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА В УСЛОВИЯХ ЭМОЦИОНАЛЬНО НАПРЯЖЕННОГО ТРУДА.  
Solovyeva S.V., Badashkova O.V., Solovyev V.S. MANIFESTATION OF A PSYCHOEMOTIONAL STRESS IN THE CONDITIONS OF EMOTIONALLY INTENSE WORK

**Фурдуй В.Ф., Леорда А.И., Бачу А.Я., Сула М.И.** СПЕЦИФИКА СТАНОВЛЕНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 2,5–6 ЛЕТ  
Furdui V. T., Leorda A. I., Baciua A. Ya., Sula M.I. SPECIFICITY OF MENTAL HEALTH FORMATION IN INFANTS AGED 2,5–6 YEARS

**Фурдуй Ф.И., Шептицкий В.А., Чебан Л.Н., Сыника Е.В.** КОНЦЕПЦИЯ ПОДБОРА НУТРИЕНТОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ  
Furdui T. I., Septitchi V.A., Ceban L.N., Sinica E.V. CONCEPTION OF SELECTION OF NUTRIENTS FOR MAINTENANCE AND ENHANCEMENT OF THE MENTAL HEALTH LEVEL

**Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Врание В.Г., Глижин А.Г., Куцулаб А. М., Тросиненко А.В., Житарь Ю.Н.** САНОГЕННОЕ СОЗНАНИЕ, ИЗУЧЕНИЕ ЭКСТЕРИОРИЗАЦИИ ЕГО ПСИХИЧЕСКОЙ ФЕНОМЕНОЛОГИИ  
Furdui T. I., Ciochina V. K., Furdui V. T., Vrabie V. G., Glijin A. G., Cutulab A.M., Trosinenko A.V., Jitari Iu.N. SANOGENIC CONSCIOUSNESS, STUDY OF ITS PSYCHIC PHENOMENOLOGY EXTERIORIZATION

**Чокинэ В.К., Врание В.Г., Глижин А.Г., Булат О.В., Дидиликэ И.М., Шавдарь Л.В., Дуб В.М., Таку Н.Н.** САНОГЕННАЯ ПАМЯТЬ И ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
Ciochina V.K., Vrabie V.G., Glijin A.G., Bulat O.V., Didilica I.M., Shawdary L V., Dub V.M., Taku N.N. SANOGENIC MEMORY AND ITS DEFINITION

**Чокинэ В.К., Глижин А.Г., Березовская Е.С., Дуб В.М., Куцулаб А.М., Георгиу З.Б.** МЫШЛЕНИЕ, ЕГО САНОГЕННОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ И ПУТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ  
Ciochina V.K., Glijin A.G., Berezovskaya E.S., Dub V.M., Cutulab A.M., Gheorghiu Z.B. THINKING, ITS SANOGENIC MANIFESTATION AND THE WAYS OF IDENTIFICATION

**Штирбу Е.И., Березовская Е.С., Корлэтеану А.Н., Булат О.В., Тросиненко А.В.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ, ФОРМИРУЮЩИЕ ПСИХИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ  
Shtirbu E.I., Berezovskaya E.S., Korlateanu A.N. Bulat O.V., Trosinenko A.V. NEUROPHYSIOLOGICAL COMPONENTS FORMING MENTAL HEALTH

### **Методология психофизиологических исследований Methodology of psychophysiological investigations**

**Антонова Л.И. А.М.** КАШПИРОВСКИЙ: «ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА – ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ФАБРИКА»  
Antonova L.I. A.M. KASHPIROVSKY: «HUMAN BODY IS PHARMACEUTICAL FACTORY»

**Бондарко В.М., Данилова М.В., Солнушкин С.Д., Чихман В.Н.** МЕТОДОЛОГИЯ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РОЛИ ВНИМАНИЯ В КРАУДИНГ-ЭФФЕКТЕ  
Bondarko V.M., Danilova M.V., Solnushkin S.D., Chikhman V.N. METHODOLOGY OF PSYCHOPHYSICAL EXPERIMENT TO STUDY THE ROLE OF ATTENTION IN THE CROWDING EFFECT

**Бондарь Г.Г., Гусач Ю.И., Ивлев С.А.** ИЗУЧЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАШУМЛЕНИЯ  
Bondar G.G., Gusach Yu.I., Ivlev S.A. THE STUDY OF COGNITIVE PROCESSES BY IMAGE PERCEPTION UNDER CONDITIONS OF NOISE MASKING

**Дадашева К.Г., Аллахвердиев А.Р., Дадашев Ф.Г.** К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ РАССУДОЧНОГО И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ПРИ РЕШЕНИИ ОПЕРАТОРСКИХ ЗАДАЧ  
Dadasheva K.G., Allahverdiyev A.P., Dadashev F.G. TO THE QUESTION OF DEFINITION OF THE RATIO OF THE RATIONAL AND EMOTIONAL COMPONENT AT THE SOLUTION OF OPERATOR TASKS

**Дорджиева Д.Б., Карлова С.В., Пантина Е.Е.** ЗНАЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ ЛИЧНОСТИ  
Dordzhiyeva D.B., Karlova S.V., Pantina E.E. VALUE OF DEFINITION OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS FOR THE PREDICTIVE ASSESSMENT OF ADAPTIVE PROPERTIES OF THE PERSONALITY

**Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Хадарцев А.А.** ГОМЕОСТАЗ И ЭВОЛЮЦИЯ COMPLEXITY – ОСНОВА РЕАЛЬНОГО ПОДХОДА В НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ  
Eskov V.M., Zinchenko Y.P., Filatova O.E., Khadartsev A.A. HOMEOSTASIS AND THE EVOLUTION OF COMPLEXITY – THE REAL APPROACH IN NEUROPHYSIOLOGICAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL STUDIES

**Мысин И.Е.** РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ ИМПУЛЬСОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ  
Mysin I.E. SOLUTION OF AUTOMATIC SPIKE SORTING PROBLEM WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

**Орехова Л.С., Павленко В.Б., Михайлова А.А., Дягилева Ю.О.** РАЗВИТИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МОРАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА: ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
Orekhova L.S., Pavlenko V.B., Mikhailova A.A., Dyagileva Ju.O. THE DEVELOPMENT OF MORAL BEHAVIOR IN EARLY CHILDHOOD: A PSYCHOPHYSIOLOGICAL STUDY

**Рембовский В.Р., Габиров И.М., Хачатурова Э.В.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНИМАНИЯ КАК КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКОГО И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ЧЕЛОВЕКА  
Rembovsky V.R., Gabibov I.M., Khachaturova E.V. THE ATTENTION CHARACTERISTIC DETERMINE AS CRITERIA VALUATION OF MAN PSYCHONEUROLOGICAL AND EMOTIONAL STATE

**Семенова Л.М.** ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ К УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
Semenova L.M. PECULIARITIES OF ADAPTATION OF STUDENTS TO EDUCATIONAL ACTIVITY

**Соловьев О.В.** О МЕХАНИЗМЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ И/ИЛИ СОЦИАЛЬНОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ АКТИВНОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО МОЗГА  
Soloviov O.V. THE MECHANISM OF BIOLOGICAL AND/OR SOCIAL EXPEDIENCY OF ACTIVITY OF NEURAL NETWORKS OF THE HUMAN BRAIN

**Трифонов М.И., Рожков В.П., Ефимова В.Л., Ефимов О.И.** ФОРМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУД САККАД И МИКРОДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ КАК ОДИН ИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ У ДЕТЕЙ С ТРУДНОСТЯМИ ОБУЧЕНИЯ  
Trifonov M.I., Rozhkov V.P., Efimova V.L., Efimov O.I. SHAPE OF DISTRIBUTION HISTOGRAM OF SACCAD AND FIXATIONAL EYE MOVEMENT AMPLITUDE AS A MARKER OF NEUROLOGICAL PROBLEMS IN CHILDREN WITH LEARNING DISABILITIES

**Шибкова Д.З., Кирсанов В.М., Байгужин П.А., Савченков А.В.** ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛИЧНОСТИ  
Shibkova D.Z., Kirsanov V.M., Bayguzhin P.A., Savchenko A.V. INTEGRATIVE APPROACH TO THE ASSESSMENT OF THE TYPOLOGICAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL PERSONALITY CHARACTERISTICS

**Эйсмонт Е.В., Махин С.А., Павленко В.Б.** ИССЛЕДОВАНИЕ МЮ-РИТМА ЭЭГ И ЕГО СВЯЗЕЙ С ПСИХОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ У ДЕТЕЙ 4-14 ЛЕТ  
Eismont E.V., Makhin S.A., Pavlenko V.B. THE STUDY OF THE EEG MU-RHYTHM AND ITS CORRELATES WITH PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS IN CHILDREN AGED 4-14 YEARS

### **Клиническая нейродиагностика Clinical neurodiagnostics**

**Вохмина Ю.В., Берестин Д.К., Молчатский Н.С.** МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ТРЕМОРА ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА  
Vokhmina U.V., Berestin D.K., Molchatskii N.S. MODELING OF CHAOTIC DYNAMICS OF TREMOR IN PARKINSON'S DISEASE

**Гусева Н.Л., Святогор И.А.** ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦНС ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ  
Guseva N.L., Svyatogor I.A. ESTIMATION OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM OF PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION

**Ещина И.М.** МЕТОДИКА РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПСИХИЧЕСКОЙ СФЕРЕ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВИНИЛХЛОРИДА  
Eshina I.M. METHODS OF EARLY DIAGNOSIS OF CHANGES MENTAL HEALTH IN CHRONIC EXPOSURE TO VINYL CHLORIDE

**Зак П.П., Островский М.А., Ларичев А.В.** МОБИЛЬНЫЙ ФЛИККЕР-ФОТОМЕТР ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОЙ ОЦЕНКИ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ЖЕЛТОГО ПЯТНА СЕТЧАТКИ  
Zak P.P., Ostrovsky M.A., Larichev V.A. MOBILE FLICKER-PHOTOMETER FOR NON-INVASIVE ESTIMATION OF MACULAR OPTICAL DENSITY OF THE RETINA

**Измайлова А.Х.** ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ «LEARNING BREAKTHROUGH KIT (BALAMETRICS)» В КОРРЕКЦИИ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ  
Izmaylova A.Kh POSSIBILITIES OF USING "LEARNING BREAKTHROUGH KIT (BALAMETRICS)" IN CHILDREN'S PSYCHOPHYSICAL DEVELOPMENT CORRECTION

**Каладзе Н.Н., Пономаренко Ю.Н., Мошкова Е.Д.** НЕЙРОГЕНЕЗ В КОМПЛЕКСЕ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ У ДЕТЕЙ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ  
Kaladze N.N., Ponomarenko Y.N., Moshkova E.D. NEUROGENESIS IN THE RANGE OF ADAPTATION REACTIONS IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

**Катаманова Е.В.** КОГНИТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ МОЗГА  
Katamanova E.V. COGNITIVE IMPAIRMENT IN BRAIN DAMAGE TOXIC

**Клименко Л.Л., Скальный А.В., Турна А.А., Савостина М.С., Мазилина А.Н., Баскаков И.С., Буданова М.Н., Деев А.И.** МИКРОЭЛЕМЕНТЫ И НЕЙРОСПЕЦИФИЧЕСКИЕ БЕЛКИ В МНОГОФАКТОРНОМ ЭТИОПАТОГЕНЕЗЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА И ТРАНЗИТОРНОЙ ИШЕМИЧЕСКОЙ АТАКИ  
Klimenko L.L., Skalny A.V., Turna A.A., Savostina M.S., Mazilina A.N., Baskakov I.S., Budanova M.N., Deyev A.I. TRACE ELEMENTS AND NEUROSPECIFIC PROTEINS IN MULTIFACTORIAL PATHOGENESIS OF ISCHEMIC STROKE AND TRANSIENT ISCHEMIC ATTACK

**Лавров И.Н.** НОВЫЕ ПОДХОДЫ К НЕЙРОМОДУЛЯЦИИ СПИННОГО МОЗГА  
Lavrov I.N. NEW APPROACHES IN SPINAL CORD NEUROMODULATION

**Малева О.В., Трубникова О.А., Барбараш О.Л.** ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗВИТИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ КОГНИТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ  
Maleva O.V., Trubnikova O.A., Barbarash O.L. QUALITY OF LIFE IN PATIENTS UNDERGOING CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING DEPENDING ON THE DEVELOPMENT OF POSTOPERATIVE COGNITIVE DYSFUNCTION

**Михальчич И.О., Омельченко В.П.** ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ ПАЦИЕНТОВ С ДИАГНОЗОМ ТРИГЕМИНАЛЬНАЯ НЕВРАЛГИЯ В ПРОЦЕССЕ ЛЕЧЕНИЯ  
Mihalchich I.O., Omelchenko V.P. PROSPECTS OF RESEARCH USING THE METHODS OF NONLINEAR DYNAMICS OF ELECTROENCEPHALOGRAMS OF THE PATIENTS DIAGNOSED WITH TRIGEMINAL NEURALGIA IN THE TREATMENT PROCESS

**Никишина О.А., Соколова М.Г., Лобзин С.В.** ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ У БОЛЬНЫХ МЫШЕЧНОЙ ДИСТРОФИЕЙ ДЮШЕННА  
Nikishina O.A., Sokolova M.G., Lobzin S.V. ASSESSMENT OF COGNITIVE FUNCTION IN PATIENTS WITH DUCHENNE MUSCULAR DYSTROPHY

**Серегин А.А., Смирнова Л.П., Логинова Л.В., Дмитриева Е.М., Симуткин Г.Г., Иванова С.А.** ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ БЕЛКОВЫЕ МАРКЕРЫ БИПОЛЯРНОГО АФФЕКТИВНОГО РАССТРОЙСТВА  
Seregin A.A., Smirnova L.P., Loginova L.V., Dmitrieva E.M., Simutkin G.G., Ivanova S.A. PROTEIN POTENTIAL PATHOGENETIC MARKER OF BIPOLAR AFFECTIVE DISORDER

**Солоухина О.А., Иванова М.В., Акинина Ю.С., Худякова М.В., Искра Е.В., Купцова С.В., Крабис А.В., Ахутина Т.В., Драгой О.В.** РАЗРАБОТКА СТАНДАРТИЗИРОВАННОГО ТЕСТА ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕЧИ ПРИ АФАЗИИ: ЗАДАНИЯ НА ПОРОЖДЕНИЕ РЕЧИ  
Soloukhina O., Ivanova M., Akinina Y., Khudyakova M., Iskra E., Kuptsova S., Chrabaszcz A., Akhutina T., Dragoy O. DEVELOPMENT OF A STANDARDIZED TEST FOR LANGUAGE ASSESSMENT IN APHASIA: LANGUAGE PRODUCTION SUBTESTS

**Тарасова И.В., Кухарева И.Н., Барбараш О.Л.** ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЭГ-ИНДЕКСОВ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ КОГНИТИВНОГО СТАТУСА У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА  
Tarasova I.V., Kukhareva I.N., Barbarash O.L. CORRELATION BETWEEN EEG INDICES AND COGNITIVE STATUS IN PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE

**Хидиятова И.М., Сайфуллина Е.В., Багаутдинова Э.Г., Шавалиева В., Магжанов Р.В., Хуснутдинова Э.К.** ДНК-ДИАГНОСТИКА НАСЛЕДСТВЕННЫХ МОТОРНО-СЕНСОРНЫХ НЕЙРОПАТИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН  
Khidiyatova I.M., Saifullina E.V., Bagautdinova E.G., Shavaliyeva V., Magzhanov R.V., Khusnutdinova E.K. DNA DIAGNOSTICS OF HEREDITARY MOTOR AND SENSORY NEUROPATHIES IN BASHKORTOSTAN REPUBLIC

### **Нейрокибернетика Neurocybernetic**

**Васильков В.А., Тикиджи-Хамбурьян Р.А.** ДЕТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ МЕХАНИЗМОВ АЗИМУТАЛЬНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКА ЗВУКА

**Коршунов В.А.** ОБУЧАЮЩАЯСЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
Korshunov V.A. LEARNING NETWORK ON THE BASE OF DYNAMIC PROCESSES

**Сидоренко А.В., Солодухо Н.А.** ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНОГО ИНТЕРФЕЙСА  
Sidorenko A.V., Solodukho N.A. BRAIN-COMPUTER INTERFACE. PRINCIPLES OF OPERATION

**Шабанов Г.А., Лебедев Ю.А., Рыбченко А.А., Максимов А.Л.** ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ МОЗГА  
Shabanov G.A., Lebedev Yu.A., Rybchenko A.A., Maksimov A.L. STUDY OF BRAIN ACOUSTIC FIELD

**Шульгина Г.И., Фролов А.А.** УЧАСТИЕ РАСТОРМАЖИВАНИЯ И ТОРМОЖЕНИЯ В РАБОТЕ ИНТЕРФЕЙСА «МОЗГ – КОМПЬЮТЕР» (ИМК)  
Shul'gina G.I., Frolov A.A. PARTICIPATION OF DISINHIBITION AND INHIBITION IN-PROCESS OF WORK OF INTERFACE «BRAIN – COMPUTER» (IBC)

### **Нанотехнологии и наноматериалы в биомедицинских исследованиях Nanotechnologies in biomedical research**

**Павлов К.И., Мухин В.Н., Каменская В.Г., Клименко В.М.** ДИСТАНТНОЕ ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ НА ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРИТЕЛЬНЫХ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ P300  
Pavlov K.I., Mukhin V.N., Kamenskaya V.G., Klimenko V.M. THE DISTANT INFLUENCE OF COPPER NANOPARTICLES ON ELECTROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF VISUAL EVOKED POTENTIALS P 300

**Хусаинова Р.И., Султанова Р.И., Хуснутдинова Э.К.** РОЛЬ ПОЛИМОРФНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ TGFB/SMAD СИСТЕМЫ В РАЗВИТИИ АНЕВРИЗМ СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА  
Khusainova R.I., Sultanova R.I., Khusnutdinova E.K. THE ROLE OF TGFB/SMAD SYSTEM GENES IN DEVELOPMENT OF INTRACRANIAL ANEURYSMS

**Шаталин Ю.В., Козина В.И., Федотова Е.И., Бережнов А.В., Шубина В.С.** ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИФЕНОЛОВ И БИОДЕГРАДАБЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ  
Shatalin Yu.V., Kozina V.I., Fedotova E.I., Berezhnov A.V., Shubina V.S. PREPARATION AND PROPERTIES OF MATERIALS BASED ON BIODEGRADABLE POLYMERS AND POLYPHENOLS

**Шибряева Л.С., Тертышная Ю.В., Подзорова М.В.** НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ КОСТНЫХ ИМПЛАНТАТОВ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ 3D-ПРОТОТИПИРОВАНИЯ  
Shibryaeva L.S., Tertyshnaya V.Y., Podzorova M.V. NANOCOMPOSITES BASED ON MODIFIED BIODEGRADABLE POLYMERS FOR BONE IMPLANTS OBTAINED BY THE METHOD 3D PROTOTYPING

### **Нейротехнологии и когнитивные исследования Neurotechnologies and cognitive research**

**Руководители – Киров Валерий Николаевич, Данилова Нина Николаевна**

**Аракелян М.А.** КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ВЫЯВЛЕНИЯ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ  
Arakelyan M.A. COMPREHENSIVE APPROACH TO IDENTIFYING GIFTED CHILDREN

**Асланян Е.В., Киров В.Н.** ДИНАМИКА ЭЭГ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ ПАРАМЕТРАМИ СОБСТВЕННОГО МОЗГА  
Aslanyan Y., Kirov V. THE EEG PARAMETERS OF THE BRAIN IN THE DYNAMICS OF VOLUNTARY CONTROL

**Бахтин О.М., Миняева Н.Р., Киroy В. Н., Тамбиев А.Э.** ПСИХОМЕТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
Bachtin O.M., Minyaeva N.R., Kirov V.N., Tambiev A.E. PSYCHOMETRIC AND ELECTROGRAPHIC INDICATORS OF PREDICTIVE ACTIVITIES

**Греченко Т.Н., Харитонов А.Н., Жегалло А.В.** ОСЦИЛЛЯЦИИ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ  
Grechenko T.N., Kharitonov A.N., Zhegallo A.V. OSCILLATIONS AND BIODIVERSITY

**Данилова Н.Н., Страбыкина Е.А., Плигина А.М., Лаптева Н.М., Семенюк С.И.** СПЕЦИФИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА  
Danilova N.N., Strabykina E.A., Pligina A.M., Lapteva N.M., Semenyk S.I. SPECIFIC VIOLATIONS OF PREDICTIVE ACTIVITY IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE

**Иванова Д.Н., Иванов С.Н., Кижеватова Е.А., Омельченко В.П.** ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК БОС-ТЕРАПИИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ СОСТОЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ВНИМАНИЯ НА ФОНЕ МЫШЕЧНОЙ РЕЛАКСАЦИИ  
Ivanova D.N., Ivanov S.N., Kizhevatoeva E.A., Omelchenko V.P. APPLICATION OF TECHNIQUES OF BIOFEEDBACK THERAPY TO ACHIEVE THE STATE OF CONCENTRATION ON THE BACKGROUND OF MUSCLE RELAXATION

**Ионкина Е.Г., Колчин А.В., Крылова Е.Н.** НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА  
Ionkina H.G., Kolchin A.V., Krylova E.N. SOME ASPECTS IN ACQUISITION OF BRAIN ELECTRICAL ACTIVITY

**Каверина М.Ю., Кулёва А.Ю.** НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У БОЛЬНЫХ С ГРУБОЙ РЕЧЕВОЙ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ  
Kaverina M., Kuleva A. NEW TECHNOLOGIES IN DIAGNOSIS OF COGNITIVE IMPAIRMENTS AT PATIENTS WITH ROUGH SPEECH AND MOTOR PATHOLOGY

**Кижеватова Е.А., Омельченко В.П.** ОСОБЕННОСТИ ЭЭГ, ОТРАЖАЮЩИЕ НАРУШЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У БОЛЬНЫХ С ЭНЦЕФАЛОПАТИЯМИ  
Kizhevatoeva E.A., Omelchenko V.P. THE FEATURES OF EEG REFLECTING VIOLATIONS OF COGNITIVE FUNCTIONS OF THE BRAIN AT PATIENTS WITH ENCEPHALOPATHIES

**Лысенко Л.В., Матухно А.Е., Сухов А.Г.** РОЛЬ Н-КАНАЛОВ В ФОРМИРОВАНИИ ФОНОВОЙ И ВЫЗВАННОЙ ТАЛАМОКОРТИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ  
Lysenko L.V., Matukhno A.E., Sukhov A.G. THE ROLE OF H-CHANNELS IN GENERATION OF BACKGROUND AND EVOKED THALAMOCORTICAL ACTIVITY

**Матухно А.Е., Лысенко Л.В., Сухов А.Г.** РОЛЬ ГАМКА, ГАМКБ И ГАМКС РЕЦЕПТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ РИТМИЧНЫХ РАЗРЯДОВ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ НЕЙРОННЫХ КОЛОНК СОМАТИЧЕСКОЙ КОРЫ КРЫС  
Matukhno A.E., Lysenko L.V., Sukhov A.G. THE ROLE OF GABAA, GABAB AND GABAC RECEPTORS IN FORMING OSCILLATIONS OF EVOKED POTENTIALS OF NEURONAL BARRELS OF RATS SOMATIC CORTEX

**Орлов В.И., Сухов А.Г.** МЕХАНИЗМЫ ЭНДОГЕННЫХ ЭЛЕКТРОТОНИЧЕСКИХ ВЛИЯНИЙ НА ГЕНЕРАЦИЮ ИМПУЛЬСНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНА  
Orlov V.I., Sukhov A.G. MECHANISMS OF ENDOGENOUS ELECTROTONIC INFLUENCES ON THE GENERATION OF IMPULSING OF NEURON

**Осадчий А.Е., Алтухов Д.** МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВО ВРЕМЕНИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПО ЭЭГ И МЭГ ИЗМЕРЕНИЯМ  
Ossadtchi A., Altukhov D. METHODS FOR DETECTION OF TRANSIENT CORTICAL NETWORKS FROM EEG AND MEG DATA

**Пушкин А.А., Лысенко Л.В., Сухов А.Г., Криволай А.Г.** ОСОБЕННОСТИ ФАЗОЗАВИСИМОГО ВЛИЯНИЯ СЕНСОРНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА РЕОРГАНИЗАЦИЮ ФОНОВОГО АЛЬФА-РИТМА ЧЕЛОВЕКА  
Pushkin A. A., Lysenko L.V. Sukhov A.G., Krivolay A.G. FEATURES OF INFLUENCE PHASE-DEPENDENT SENSORY STIMULATION ON REORGANIZE BACKGROUND ALPHA RHYTHM RIGHTS

**Смоликов А.Б.** НАРУШЕНИЯ ОСЦИЛЛЯТОРНОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА  
Smolikov A.B. OSCILLATORY BRAIN ACTIVITY DISORGANIZATION IN PARKINSON'S DISEASE

**Ставровская А.В., Ямщикова Н.Г., Ольшанский А.С., Гущина А.С., Иллариошкин С.Н., Коновалова Е.** ЭФФЕКТЫ НЕЙРОТРАНСПЛАНТАЦИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ИПСК ПРИ БОЛЕЗНИ ГЕНТИНГТОНА, СМОДЕЛИРОВАННОЙ У КРЫС  
Stavrovskaya AV Yamshikova NG, Olshansky AS, Gushchina AS, Illarioshkin SN, Konovalova E. EFFECTS OF NEUROTRANSPLANTATION OF DIFFERENTIATED IPSCS IN HUNTINGTON'S DISEASE MODELED IN RATS

**Хлудова Л.К.** ОСЦИЛЛЯТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ГАНГЛИЕВ МОЛЛЮСКА  
Khludova L.K. OSCILLATORY ACTIVITY OF MOLLUSK GANGLIA



4-5 июня

June 4-5

**СИМПОЗИУМ С ЭЛЕМЕНТАМИ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ**

**Современные методы магнитно-резонансной томографии для исследования  
структурной организации и развития головного мозга**

**SYMPOSIUM AND YOUNG SCIENTISTS SCHOOL**

**Modern magnetic resonance imaging methods for studies of structural organization and  
development of the brain**

**Руководитель – Василий Леонидович Ярных**

Симпозиум проводится при поддержке гранта РФ «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований международными научными группами», 2014-2016 гг.

Соглашение № 14-45-00040 от 2 октября 2014г.

Наименование проекта: "Неинвазивное количественное картирование миелинизации серого вещества головного мозга у человека и животных". Руководитель проекта В.Л. Ярных, финансирующая организация: Томский государственный университет

**Акулов А.Е., Ромащенко А.В., Шевелев О.Б., Алексеёнок Е.Ю., Петровский Д.В.** ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОМ фМРТ НЕЙРОНАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ НА ХЕМОСИГНАЛЫ У КОНТРОЛЬНЫХ И АНТИГЕНСТИМУЛИРОВАННЫХ МЫШЕЙ ЛИНИИ CD1

Akulov A.E., Romascshenko A.V., Shevelev O.B., Alekseyonok E.Yu., Petrovsky D.V. STUDYING OF NEURONAL RESPONSES TO CHEMOSIGNALS IN CONTROL AND ANTIGEN-STIMULATED MICE CD1 USING fMRI

**Губский И.Л., Наместникова Д.Д., Логунова Т.А., Никогосова А.К., Губский, Л.В., Лелюк В.Г., Осипов А.Н.** МРТ МЕТОДЫ, ВЗВЕШЕННЫЕ ПО МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ, И ЦЕРЕБРАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ВЫЯВЛЯЕМЫЕ С ИХ ПОМОЩЬЮ

Gubskiy I.L., Namestnikova D.D., Logunova T.A., Nikogosova A.K., Gubskiy L.V., Lelyuk V.G., Osipov A.N. MAGNETIC SUSCEPTIBILITY WEIGHTED MRI TECHNIQUES AND CEREBRAL CHANGES DETECTED WITH THEM

**Губский Л.В., Наместникова Д.Д., Губский И.Л.** МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ МРТ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ МОДЕЛИ ОСТРОЙ ФОКАЛЬНОЙ ИШЕМИИ МОЗГА У КРЫС

Gubsky L.V., Namestnikova D.D., Gubsky I.L. MULTI-PARAMETRIC PROTOCOL OF MRI INVESTIGATION FOR ENDOVASCULAR MODEL OF ACUTE FOCAL BRAIN ISCHEMIA IN RAT

**Дробышевский А.** МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИНАТАЛЬНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ МОЗГА ПРИ ИШЕМИИ-ГИПОКСИИ

Drobyshevsky A. MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF PERINATAL HYPOXIC ISCHEMIC BRAIN INJURY

**Книпенберг Н.В., Терещенкова О.Л., Тузяк О.Ю., Солнышко А.Л., Ярных В.Л.** ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ТКАНЕЙ МОЗГА ДЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРТ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ПРОТОННОЙ ФРАКЦИИ

Knipenberg N.V., Tereschenkova O.L., Tuzyak O.Yu., Solnyshko A.L., Yarnykh V.L. IMAGING AND QUANTITATIVE ASSESSMENT OF PATHOLOGICAL BRAIN TISSUE CHANGES IN CHILDREN USING MACROMOLECULAR PROTON FRACTION MAPS

**Коростышевская А.М., Савелов А.А.** ВОЗМОЖНОСТИ ДИФфуЗИОННО-ВЗВЕШЕННОЙ МРТ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ВНУТРИУТРОБНОЙ И ПОСТНАТАЛЬНОЙ СТРУКТУРНОЙ ЗРЕЛОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

Korostyshevskaya A.M., Savelov A.A. DIFFUSION WEIGHTED IMAGING IN PRE- AND POSTNATAL HUMAN BRAIN MATURATION DETERMINATION

**Логунова Т.А., Маркина Я.В., Губский И.Л., Тюрин И.Е., Губский Л.В.** ДИАГНОСТИКА КОРКОВОГО ЛАМИНАРНОГО НЕКРОЗА МЕТОДОМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Logunova T.A., Markina Ya.V., Gubskiy I.L., Tyurin I.E., Gubskiy L.V. MAGNETIC RESONANCE DIAGNOSTICS OF CORTICAL LAMINAR NECROSIS

**Наместникова Д.Д., Губский И.Л., Габашвили А.Н., Мельников П.А., Войтковская К.С., Сухинич К.К., Витушев Е.Я., Бурунова В.В., Ярыгин К.Н., Губский Л.В.** МИГРАЦИЯ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТЕВЛОВЫХ КЛЕТОК В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ КРЫС ПРИ ИХ СТЕРЕОТОКСИЧЕСКОЙ ТРАНСПЛАНТАЦИИ: В ИНТАКТНОМ МОЗГЕ И В УСЛОВИЯХ ОСТРОЙ ФОКАЛЬНОЙ ИШЕМИИ

Namestnikova D.D., Gubskiy I.L., Gabashvili A.N., Melnikov P.A., Voitkovskaya K.S., Sukhinich K.K., Vitushhev E.Ya., Burunova V.V., Yarygin K.N., Gubsky L.V. MESENCHYMAL STEM CELLS MIGRATION IN RAT BRAIN AFTER STEREOTAXIC TRANSPLANTATION: IN NORMAL BRAIN AND WITH ACUTE FOCAL ISCHEMIA

**Наумова А.В., Акулов А.Е., Ромащенко А.В., Шевелев О.Б., Ходанович М.Ю., Ярных В.Л.** ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАКРОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ПРОТОННОЙ ФРАКЦИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КОНТРАСТА ТКАНЕЙ МОЗГА В УЛЬТРА-ВЫСОКИХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

Naumova A.V., Akulov A.E., Romashchenko A.V., Shevelev O.B., Khodanovich M.Y., Yarnykh V.L. APPLICATION OF MACROMOLECULAR PROTON FRACTION AS METHOD FOR IMPROVEMENT OF BRAIN TISSUE CONTRAST IN ULTRA-HIGH MAGNETIC FIELDS

**Самсонов А.А.** МЕТОДЫ СБОРА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ МРТ ДАННЫХ ДЛЯ T2\*-БОЛЮСНОЙ МР-ПЕРФУЗИИ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО И ВРЕМЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ С КОРРЕКЦИЕЙ ЭФФЕКТОВ T1 РЕЛАКСАЦИИ  
Samsonov A.A. METHODS OF MRI DATA ACQUISITION AND RECONSTRUCTION FOR HIGH SPATIAL AND TEMPORAL RESOLUTION DYNAMIC SUSCEPTIBILITY CONTRAST PERFUSION IMAGING WITH CORRECTION OF T1 EXTRAVASATION EFFECTS

**Тур Д.А., Акулов А.Е.** ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ГИПЕРГЛИКЕМИИ НА МЕТАБОЛИЗМ ГИППОКАМПА У МЫШЕЙ ЛИНИИ NODSCID

Tur D.A., Akulov A.E. INFLUENCE OF CHRONIC HYPERGLYCEMIA ON METABOLISM OF HIPPOCAMPUS IN NODSCID MICE

**Усова А.В., Фролова И.Г., Афанасьев С.Г., Тарасова А.С., Фесик Е.А., Перельмутер В.М.** ВОЗМОЖНОСТИ ДИФФУЗИОННОЙ МРТ В ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ЛУЧЕВОГО ПАТОМОРФОЗА У ПАЦИЕНТОВ С РАКОМ ПРЯМОЙ КИШКИ  
Usova A.V., Frolova I.G., Afanasyev S.G., Tarasova A.S., Fesik E.A., Perelmuter V.M. OPPORTUNITIES OF DIFFUSION MRI FOR ASSESSING THE LEVEL OF RADIATION PATHOMORPHISM IN PATIENTS WITH RECTAL CANCER

**Ходанович М.Ю., Сорокина И.В., Глазачева В.Ю., Крутенкова Е.П., Накесбекова А.С., Акулов А.Е., Толстикова Т.Г., Ярных В.Л.** ОЦЕНКА МИЕЛИНИЗАЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА МЫШЕЙ С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕЙ МРТ И ГИСТОЛОГИЧЕСКОГО ОКРАШИВАНИЯ

Khodanovich M.Yu., Sorokina I.V., Glazacheva V.Yu., Krutenkova E.P., Nakesbekova E.S., Akulov A.E., Tolstikova T.G., Yarnykh V.L. ASSESSMENT OF MURINE BRAIN MYELINATION WITH HIGH-RESOLUTION MRI AND HISTOLOGY

**Шарапова М.Б., Ромащенко А.В.** НЕЙРОНАЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ НАНОЧАСТИЦ И НЕЙРОТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ СОЕДИНЕНИЙ МАРГАНЦА

Sharapova M.B., Romashchenko A.V. NEURONAL TRANSPORT OF NANOPARTICLES AND NEUROTOXIC EFFECTS OF SOLUBLE AND INSOLUBLE MANGANESE

**Шевелев О.Б., Крестина М.С., Акулов А.Е.** ЯМР-СПЕКТРОСКОПИЯ МЕТАБОЛИТОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПРИЕМЕ АЛКОГОЛЯ

Shevelev O.B., Krestina M.S., Akulov A.E. RAT BRAIN METABOLITES NMR SPECTOSCOPY IN CHRONIC ALCOHOL CONSUMPTION

**6-7 июня**

**June 6-7**

**СИМПОЗИУМ**

**Центральные механизмы кардиоваскулярной регуляции, клинические и прикладные аспекты анализа вариабельности сердечного ритма**  
**Central mechanisms of cardiovascular regulation, clinical and applied aspects for analysis of heart rate variability**

**Руководитель – Николай Борисович Суворов**

**Авдюшенко С.А., Зуева Н.Г., Сергеев Т.В., Суворов Н.Б.** КОРРЕКЦИЯ НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ МЕТОДАМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО БИОУПРАВЛЕНИЯ

Avdushenko S.A., Zueva N.G., Sergeev T.V., Suvorov N.B. THE MENTAL STRESS REDUTION BY METHODS OF ADAPTIVE BIOFEEDBACK

**Бахчина А.В.** ОЦЕНКА АППРОКСИМИРОВАННОЙ ЭНТРОПИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ СТРЕССЕ  
Bakhchina A.V. DIMENTION APPROXIMATE ENTROPY OF THE HEART RATE DURING STRESS CONDITION

**Бирулина Ю.Г., Гусакова С.В., Ковалев И.В., Смаглий Л.В., Петрова И.В.** РЕГУЛЯЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОПРЯЖЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ-СОКРАЩЕНИЯ ГЛАДКОМЫШЕЧНЫХ КЛЕТОК СОСУДОВ ПРИ ГИПОКСИИ И РЕОКСИГЕНАЦИИ

Birulina J.G., Gusakova S.V., Kovalev I.V., Smagliy L.V., Petrova I.V. REGULATION OF EXCITATION-CONTRACTION COUPLING IN VASCULAR SMOOTH MUSCLE CELLS DURING HYPOXIA AND REOXYGENATION

**Войнов В.Б.** ЭКГ-ФЕНОМЕНЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ВОДОЛАЗА ПРИ РАБОТЕ ПОД ВОДОЙ

Voynov V.B. CARDIO-VASCULAR PHENOMENA IN DIVER DURING PERFORMING UNDERWATER TASK

**Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В.** ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНОГО СТАНОВЛЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ПОДРОСТКОВ ПРИПОЛЯРНЫХ И ЗАПОЛЯРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРА

Demin D.B., Poskotinova L.V., Krivonogova E.V. AGE FORMATION OF AUTONOMIC REGULATION OF CARDIAC ACTIVITY IN ADOLESCENTS LIVING IN POLAR AND SUBPOLAR AREAS OF THE NORTH

**Дерягина Л.Е.** ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА КАК МАРКЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ ТРЕВОЖНОСТИ КУРСАНТОВ – ПСИХОЛОГОВ МВД

Deryagina L.E. THE HEART RATE VARIABILITY AS A MARKER OF THE EXAMINATION ANXIETY OF THE STUDENTS – PSYCHOLOGISTS OF THE MINISTRY OF INTERIOR

**Капелько В.И.** НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЦА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

Kapelko V.I. THE NERVOUS REGULATION OF THE HEART AT ALTERATION OF ITS FUNCTIONAL STATE

**Китов В.В., Denise P., Томиловская Е.С.** ПРИРОДА СОСУДИСТОЙ РЕАКЦИИ НА СГИБАНИЕ ШЕИ

Kitov V.V., Denise P., Tomilovskaya E.S. NATURE OF VESSEL REACTION TO NECK FLEXION

**Ковалев И.В., Бирулина Ю.Г., Смаглий Л.В., Гусакова С.В., Петрова И.В., Носарев А.В., Орлов С.Н.** ВЛИЯНИЕ МОНОВАЛЕНТНЫХ КАТИОНОВ НА МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И СОКРАТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГЛАДКИХ МЫШЦ

Kovalev I.V., Birulina Y.G., Smaglyi L.V., Gusakova S.V., Petrova I.V., Nosarev A.V., Orlov S.N. INFLUENCE OF MONOVALENT CATIONS ON MECHANISMS OF REGULATION OF

**Ковалева А.В.** ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА И ЭЭГ ПРИ ДЫХАНИИ НА РЕЗОНАНСНОЙ ЧАСТОТЕ (6 РАЗ В МИНУТУ)

Kovaleva A.V. HEART RATE VARIABILITY AND EEG PARAMETERS DURING BREATHING AT RESONANCE FREQUENCY (6 PER MINUTE)

**Кривоногова Е.В., Поскотинова Л.В., Дёмин Д.Б.** ИЗМЕНЕНИЕ ЭЭГ-КОЛЕБАНИЙ ПРИ УСПЕШНОМ БИОУПРАВЛЕНИИ ПАРАМЕТРАМИ РИТМА СЕРДЦА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ СЕРТОНИНА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ У ДЕВУШЕК ЗАПОЛЯРНОГО И ПРИПОЛЯРНОГО РАЙОНОВ СЕВЕРА

Krivonogova E.V., Poskotinova L.V., Demin D.B. EEG OSCILLATIONS AT SUCCESSFUL HEART RATE VARIABILITY BIOFEEDBACK SESSION DEPENDING ON SEROTONIN LEVELS IN THE SERUM IN GIRLS LIVING IN POLAR AND SUBPOLAR REGIONS

**Михайлова Л.А.** МЕХАНИЗМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

Mikhaylova L.A. MECHANISMS OF MAINTENANCE OF STABILITY OF THE WARM RHYTHM AND THE CHARACTERISTIC OF NEURODYNAMIC PROCESSES AT PERSONS OF YOUTHFUL AGE

**Петрова И.В., Розенбаум Ю.А., Трубачева О.А., Ковалев И.В., Гусакова С.В., Бирулина Ю.Г.** ГАЗОВАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ГАРДОС-КАНАЛОВ МЕМБРАНЫ ЭРИТРОЦИТОВ В НОРМЕ И ПРИ ПАТОЛОГИИ

**Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В., Овсянкина М.А., Мельникова А.В.** ВАРИАНТЫ РЕАКТИВНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ БИОУПРАВЛЕНИИ ПАРАМЕТРАМИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ПЕДАГОГОВ С ПРИЗНАКАМИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

Poskotinova L.V., Krivonogova E.V., Ovsyankina M.A., Melnikova A.V. REACTIVITY OF CARDIOVASCULAR SYSTEM DURING HEART RATE VARIABILITY BIOFEEDBACK IN TEACHERS WITH HYPERTENSION

**Сергеев Т.В., Суворов Н.Б., Толкачёв П.И., Милухина И.В., Белов А.В., Гараба М.И.** РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ МОЛОДЫХ ИСПЫТУЕМЫХ НА ПОСТУРАЛЬНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА

Sergeev T.V., Suvorov N.B., Tolkachev P.I., Belov A.V., Milyuhina I.V., Garaba M.I. REACTIONS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF YOUNG SUBJECTS AT THE OSCILLATORY POSTURAL IMPACTS

**Суворов Н.Б., Нго Тхань Нам, Ву Тхи Лоан, Чан Чонг Хью.** КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫЙ ТРЕНИНГ В РЕАБИЛИТАЦИИ ЛИЦ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ «ОРАНЖЕВОГО АГЕНТА»

Suvorov N.B., Ngô Thanh Nam, Vu Thi Loan, Tran Trong Huu. CARDIORESPIRATORY TRAINING IN THE REHABILITATION OF VICTIMS OF "AGENT ORANGE"

**Тятенкова Н.Н.** СОМАТИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ СТУДЕНТОК С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Tyatenkova N.N. SOMATIC HEALTH OF STUDENTS WITH DIFFERENT VEGETATIVE REGULATION TYPES

**Чан Чонг Хью, Садыкова Е.В.** КОМПЛЕКСНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ПАЦИЕНТОВ, СТРАДАЮЩИХ ОБСТРУКТИВНЫМ АПНОЭ

Tran Trong Huu, Sadykova E.V. COMPLEX PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF THE ELECTROCARDIOGRAM OF PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA

**Ярыгина Н.А., Поскотинова Л.В., Соснина Е.А.** ДИНАМИКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИОКАРДА В ХОДЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК 14-17 ЛЕТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ  
Yarygina N. A., Poskotinova L. V., Sosnina E. A. DYNAMICS OF BIOELECTRICAL MYOCARDIUM ACTIVITY DURING AN EXERCISE STRESS IN BOYS AND GIRLS 14-17 YEARS OLD WITH DIFFERENT TYPES OF ORGANISATION OF THE ELECTROENCEPHALOGRAM

**7 июня**

**June 6**

**СИМПОЗИУМ**

**Интерфейс мозг-компьютер**

**Brain-Computer Interface**

**Руководитель – Александр Алексеевич Фролов**

**Бобров П.Д., Исаев М.Р., Коршаков А.В., Оганесян В.В., Фролов А.А.** АКТИВНОСТЬ МОЗГА, НАИБОЛЕЕ СПЕЦИФИЧНАЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ВООБРАЖАЕМЫХ ДВИЖЕНИЙ ОДНОЙ РУКИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР

Bobrov P.D., Isaev M.R., Korshakov A.V., Oganesyanyan V.V., Frolov A.A. BRAIN ACTIVITY THE MOST RELEVANT TO DIFFERENT HAND IMAGINARY MOVEMENT CLASSIFICATION WHILE BRAIN-COMPUTER INTERFACE

**Боброва Е.В., Казакова И.А., Савинкина А.О., Волкова К.В., Богачева И.Н.** ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ТРЕНИНГ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ «ИНТЕРФЕЙС МОЗГ-КОМПЬЮТЕР»

Bobrova E.V., Kazakova I.A., Savinkina A.O., Volkova K.V., Bogacheva I.N. PSYCHOPHYSIOLOGICAL TRAINING FOR OPTIMIZATION OF LEARNING TO CONTROL BRAIN-COMPUTER INTERFACE

**Захаров А.В., Антипов О.И., Пятин В.Ф., Колсанов А.В., Сергеева М.С., Коровина Е.С.** ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕНСОМОТОРНЫХ РИТМОВ ЭЭГ ДОМИНАНТНОГО ПОЛУШАРИЯ В КОНСТРУИРОВАНИИ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНОГО ИНТЕРФЕЙСА

**Исаев М.Р., Оганесян В.В.** ИСТОЧНИКИ ГЕМОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ, ЗНАЧИМЫЕ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ МЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В ИМК, ОСНОВАННОГО НА БИКС

Isaev M.R., Oganesyanyan V.V. RELEVANT HEMODYNAMIC SOURCES TO RECOGNITION OF MENTAL TASKS IN NIRS-BASED BCI

**Керечанин Я.В., Бобров П.Д., Фролов А.А.** ПАРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИСТОЧНИКОВ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПРИ ВООБРАЖЕНИИ ДВИЖЕНИЙ

**Коршаков А.В.** ГИБРИДНЫЙ ИМК НА ОСНОВЕ РЕГИСТРАЦИИ ЭЭГ И БИКС. ОПЫТ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУХ СИСТЕМ ПОЛУЧЕНИЯ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Korshakov A.V. HYBRID BCI, BASED ON EEG AND NIRS RECORDINGS. TWO SYSTEMS JOINT USAGE EXPERIMENT FOR NEURO-PHYSIOLOGIC DATA ACQUISITION

**Лазуренко Д.М., Шепелев И.Е., Киroy В.Н.** НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ ЭЭГ-ПАТТЕРНОВ В ЗАМКНУТОМ КОНТУРЕ ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР

Lazurenko D.M., Shepelev I.E., Kiroy V.N. NEURAL NETWORK APPROACH FOR DETECTION AND CLASSIFICATION OF EEG PATTERNS IN THE CLOSED-LOOP BRAIN-COMPUTER INTERFACE

**Оганесян В.В., Исаев М.Р.** СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ПАТТЕРНОВ ГЕМОДИНАМИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ИМК

Oganesyanyan V.V., Isaev M.R. COMPARISON OF VARIOUS CLASSIFICATION METHODS FOR HEMODYNAMIC AND ELECTROPHYSIOLOGICAL ACTIVITY PATTERNS IN THE IMPLEMENTATION OF BCI

**Савельев А.В.** ЦИФРОВОЙ ЛАТЕРАЛИЗАЦИОННЫЙ НЕЙРОИНТЕРФЕЙС

Savelyev A.V. DIGITAL LATERIZATION NEUROINTERFACE

**Сергеева М.С., Пятин В.Ф., Захаров А.В., Антипов О.И., Коровина Е.С.** ВЛИЯНИЕ СЕНСОМОТОРНОЙ ПОТЕНЦИАЦИИ НА ДВИГАТЕЛЬНОЕ ВООБРАЖЕНИЕ И ЕГО КОРРЕЛЯЦИЮ С СЕНСОМОТОРНЫМИ РИТМАМИ ЭЭГ

Sergeeva M.S., Pyatin V.F., Zakharov A.V., Antipov O.I., Korovina E.S. THE EFFECT OF SENSOMOTOR POTENTIATION ON THE MOTOR IMAGINATION AND ITS CORRELATION WITH SENSOMOTOR EEG RHYTHMS

**8-9 июня**  
**June 8-9**  
**СИМПОЗИУМ**  
**Музыка и мозг**  
**Music and Brain**

**Руководитель – Александр Александрович Кобляков**

**Ананьев А.Н.** ТРАНСФОРМАЦИЯ ВОСПРИЯТИЯ СЦЕНОГРАФИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА» (на примере спектакля-проекта «МОНО.театр»)  
Ananiev A. THE TRANSFORMATION OF SCENOGRAPHIC SPACE PERCEPTION (by the example of a stage-project "MONO.theatre")

**Евин И.А., Кобляков А.А.** МОДЕЛЬ МУЗЫКАЛЬНОГО ЛАДА НА ОСНОВЕ СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ХОПФИЛДА

**Карасева М.В.** ПАТТЕРНЫ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ ОЩУЩЕНИЙ И ПРЕДСТАВЛЕНИЙ КАК "МЕНЕДЖЕРЫ" ТОЧНОГО МУЗЫКАЛЬНОГО ИНТОНИРОВАНИЯ  
Karaseva M.V. PATTERNS OF MULTISENSORY FEELING AND REPRESENTATION AS "MANAGERS" OF CORRECT MUSIC INTONING

**Кириллова А.В., Янцев А.В., Панова С.А.** ВЛИЯНИЕ МУЗЫКАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ РАЗЛИЧНОГО ЖАНРА НА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА  
Kirillova A.V., Yantsev A.V., Panova S.A. INFLUENCE OF MUSICAL COMPOSITIONS OF VARIOUS GENRE ON BIOELECTRIC ACTIVITY OF A BRAIN OF THE PERSON

**Кобляков А.А.** МУЗЫКА, ЯЗЫК, МЫШЛЕНИЕ, МОЗГ В КОНТЕКСТЕ ТРАНСМЕРНЫХ ОТНОШЕНИЙ

**Меклер А.А., Мусс А.С., Кручинина О.В., Гальперина Е.И., Спиридонов Е.** ВЛИЯНИЕ МУЗЫКАЛЬНЫХ ЭМОЦИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭЭГ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ СЛОЖНОСТЬ МОЗГОВЫХ ПРОЦЕССОВ  
Mekler A.A., Muss A.S., Kruchinina O.V., Galperina E.I., Spiridonov E. THE MUSICAL EMOTIONS IMPACT ON EXPONENTS OF BRAIN FUNCTIONING COMPLEXITY

**Мирошник И.М.** РАЗВИТИЕ СЕЛЕКТИВНЫХ КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ МОЗГА И НЕЙРОПЛАСТИЧНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИНЕСТЕТИЧЕСКИХ КРОСС-ТЕХНОЛОГИЙ КООРДИНАЦИОННОЙ ПСИХОЛОГИИ И МУЗЫКО-ЦВЕТО-АРОМАТЕРАПИИ  
Miroshnik I.M. THE DEVELOPMENT OF SELECTIVE COORDINATIONAL ABILITIES OF THE BRAIN AND THE NEUROPLASTICITY WITH USING SYNAESTHETIC CROSS-TECHNOLOGY OF THE COORDINATIONAL PSYCHOLOGY AND THE MUSIC-COLOR-AROMATHERAPY

**Насретдинов А.А., Стефанович М.А.** ТЕОРИИ КОНСОНАНСА И ДИССОНАНСА В МУЗЫКЕ. ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР  
Nasretdinov A., Stefanovich M. THE THEORIES OF CONSONANCE AND DISSONANCE IN MUSIC. THE HISTORIC REVIEW

**Петухов С.В., Петухова Е.С.** КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМО-РЕЗОНАНСНОЙ ГЕНЕТИКИ, ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МУЗЫКА И ЛОГИЧЕСКАЯ ГОЛОГРАФИЯ  
Petoukhov S.V., Petukhova E.S. THE CONCEPT OF SYSTEMIC-RESONANCE GENETICS, GENETIC MUSIC AND LOGICAL HOLOGRAPHY

**Рыжов В.П., Клевцова А.Б., Рыжов Ю.В.** МУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНВАРИАНТЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОЗГА  
Ryzhov V.P., Klevtsova A.B., Ryzhov Y.V. MUSICAL INVARIANTS AND INFORMATION CAPACITIES OF THE BRAIN

**Савельев А.В.** НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСПОЗНАВАНИИ МУЗЫКАЛЬНОГО ЗАИМСТВОВАНИЯ  
Savelyev A. NEUROCOMPUTING IN THE BORROWING MUSIC RECOGNITION

**Симакова И.Н.** ИЗМЕНЕНИЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ВОСПРИЯТИИ МУЗЫКИ РОССИЙСКИМИ И КИТАЙСКИМИ ЖЕНЩИНАМИ В РАЗНЫХ НЕЙРОГУМОРАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ  
Simakova I.N. CHANGE OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS DURING MUSIC PERCEPTION BY RUSSIAN AND CHINESE FEMALES IN DIFFERENT NEUROHUMORAL STATES

**Стефанович М.А., Насретдинов А.А.** КОНСОНАНС И ДИССОНАНС В МУЗЫКЕ. СОВРЕМЕННОЕ ВИДЕНИЕ.  
Stefanovich M., Nasretdinov A. CONSONANCE AND DISSONANCE IN MUSIC. MODERN VIEW.

**Стефанович М.А., Насретдинов А.А.** МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА, ПОДТВЕРЖДАЮЩЕГО ТЕОРИЮ КОНСОНАНСА/ДИССОНАНСА В МУЗЫКЕ

**Сурманова М.Л., Александрович Д.С.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ МУЗЫКИ В КОРРЕКЦИОННО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ С ПАЦИЕНТАМИ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТОВ И ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ТРАВМ  
Surmanova M.L., Alexandrovich D.S. THE USE OF MUSIC IN "CORRECTIONAL-REMEDIAL WORK" WITH PATIENT WHO HAD A STROKE AND TRAUMATIC BRAIN INJURY

**Хазина Л.В.** ЭВОЛЮЦИЯ МОЗГА И НЕЙРОГЕНЕТИКА. ПРИНЦИПЫ МУЗЫКАЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ  
Hazina L.V. BRAIN EVOLUTION AND NEUROGENETICS. PRINCIPLES OF MUSICAL THINKING

**9 июня**

**June 9**

**СИМПОЗИУМ**

**Актуальные вопросы нейрофилософии**

**Actual questions of neurophilosophy**

**Руководители – Валерий Григорьевич Кузнецов, Анатолий Витальевич Чусов**

**Дейнека Э.А.** ПРЕДМЕТ НЕЙРОФИЛОСОФИИ: ЧТО ПОНИМАТЬ ПОД ПРИСТАВКОЙ НЕЙРО-?  
Deyneka E.A. THE SUBJECT OF NEUROPHILOSOPHY: WHAT SHOULD BE MEANT BY THE PREFIX *NEURO*-?

**Журавлев Б.В., Муртазина Е.П.** ИЕРАРХИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ОРГАНИЗАЦИИ СУБСИСТЕМ В ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПИТАНИЯ  
Zhuravlev B.V., Murtazina E.P. THE HIERARCHICAL PRINCIPLE OF THE SUBSYSTEMS ORGANIZATION IN THE FUNCTIONAL SYSTEM OF NUTRITION

**Каштанова Т.В.** К ВОПРОСУ О СВОБОДЕ ВОЛИ НЕЙРОНА  
Kashtanova T.V. TO THE QUESTION ABOUT FREE WILL NEURON

**Никитина Е.А.** ПАРАДИГМА СУБЪЕКТНОСТИ В НЕЙРОФИЛОСОФИИ  
Nikitina E.A. THE PARADIGM OF SUBJECTIVITY IN NEUROPHILOSOPHY

**Опенков М.Ю., Малышев А.С.** КВАНТОВЫЙ НЕЙРОКОМПЬЮТЕР КАК МОДЕЛЬ МОЗГА И СОЗНАНИЯ  
Openkov M. Yu., Malyshev A.S. QUANTUM NEUROCOMPUTER AS A MODEL OF BRAIN AND CONSCIOUSNESS

**Опенков М.Ю., Талеева А.И.** САНТЬЯГСКАЯ ТЕОРИЯ: БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ФИЛОСОФСКОЙ ПРОБЛЕМЫ ПОЗНАНИЯ  
Openkov M.Yu., Taleeva A.I. THE SANTIAGO THEORY: BIOLOGICAL APPROACH TO PHILOSOPHICAL PROBLEM OF COGNITION

**Савельев А.В.** ОТ НЕЙРОФИЛОСОФИИ К НЕЙРОМЕТОДОЛОГИИ: КОД ПОЛОЖЕНИЯ НЕЙРОНА — МАТЕРИАЛЬНЫЙ СУБСТРАТ КОДОВ СОЗНАНИЯ?  
Savelyev A. THE CODES MATERIAL SUBSTRATUM OF CONSCIOUSNESS IS THE CODE OF NEURON LOCALIZATION?

**Чусов А.В.** ОБЪЕКТИВАЦИЯ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА НЕЙРОФИЛОСОФСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (НФИ)  
Chusov A.V. OBJECTIVIZATION AS A PROBLEM OF METHODOLOGY OF NEUROPHILOSOPHICAL RESEARCH (NPR)

**10 июня**

**June 10**

**МАСТЕР-КЛАСС**

**Колобок, колобок, к кому ты катишься**

**Руководитель – Лариса Леонидовна Вишневская**

Будут продемонстрированы сказкотерапевтические технологии, раскрывающие различные стили детско-родительских отношений.

**Вишневская Л.Л.** СКАЗКОТЕРАПИЯ КАК СПОСОБ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ: АННОТАЦИЯ МАСТЕР-КЛАССА «КОЛОБОК, КОЛОБОК, К КОМУ ТЫ КАТИШЬСЯ...».

## ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ABSTRACTS OF REPORTS

### СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЛИПОПЕРОКСИДАЦИИ МИКРОВОЛНОВЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ

Аббасова М.Т., Юсифов Э.Ю., Гаджиев А.М.

Институт Физиологии им. А.И.Караева НАН Азербайджана, [biokimya\\_65@mail.ru](mailto:biokimya_65@mail.ru)

В современном мире проблема влияния электромагнитных излучений (ЭМИ) на организм является одной из актуальных. Влиянию электромагнитных полей подвержены кровеносная система, головной мозг, зрительная, иммунная и другие системы. В современном представлении о взаимодействии ЭМИ с живой тканью активация свободно-радикальных процессов рассматривается как наиболее повреждающим фактором, который, в частности, может привести к изменению агрегатного состояния крови, модифицируя её способность сворачиваться.

Целью нашего исследования было изучение влияния неионизирующего ЭМИ дециметрового диапазона на некоторые показатели свертывания крови у крыс. Экспериментальная группа животных облучалась ЭМИ 460 МГц (аппарат «Волна-2») ежедневно в течение 20 мин до 4 недель при различной плотности потока мощности. Определялись содержание фибриногена, антитромбин, активность факторов протромбинового комплекса, тромбиновое время.

Ранее в наших экспериментах было показано, что ЭМИ 460 МГц в течение продолжительного облучения приводит к повышению концентрации продуктов перекисного окисления липидов в крови у крыс. Полученные в новых экспериментах данные показывают, что при облучении с относительно высокой интенсивностью (30 мкВт/см<sup>2</sup>) показатели 2-ой фазы свертывания крови (активности факторов протромбинового комплекса, тромбиновое время, антитромбин, толерантность к гепарину) изменяются; изменения наблюдаются и при низкой интенсивности облучения (10 мкВт/см<sup>2</sup>), но они менее выражены. Содержание фибриногена в плазме по мере облучения уменьшается в несколько раз, и в конце экспозиции имеет тенденцию к восстановлению. В то же время фибринолитическая активность плазмы показывает обратную динамику, т.е. рост активности, сменяющийся опять же тенденцией возвращения к норме.

Данные об интенсификации процессов ПОЛ в мембранах при облучении ЭМИ микроволнового диапазона приобретают некоторую физиологическую значимость при рассмотрении крови как мишень облучения. Нарушение структуры липидного бислоя (возможно, и исходной асимметрии липидного состава) при усилении перекисления фосфолипидов препятствует упорядоченному взаимодействию ферментов и кофакторов свертывания крови на поверхности клетки. В результате, в обоих случаях белковые и липидные факторы свертывания крови, относящиеся к каждой из трех фаз свертывания, оказываются опосредованно подверженными действию ЭМИ.

### BLOOD COAGULATION AT LIPID PEROXIDATION INTENSITY CHANGE INDUCED BY MICROWAVE IRRADIATION

Abbasova M.T., Yusifov E.Yu., Gadzhiev A.M.

A.I.Karayev Institute of Physiology, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku [biokimya\\_65@mail.ru](mailto:biokimya_65@mail.ru)

In today's world, the problem of the effects of electromagnetic radiation (EMR) on the organism is one of the most pressing. The circulatory system, brain, eyes, immune and other systems are affected by electromagnetic fields. In contemporary understanding of the EMR interaction with living tissue, activation of free radical processes is regarded as the most damaging factor, which, in particular, can lead to changes in the aggregate state of blood modifying its ability to clot.

The aim of our study was to investigate the influence of non-ionizing EMR of decimeter band on some indices of blood coagulation in rats. The experimental group of animals irradiated with EMR 460 MHz ("Volna-2" apparatus) daily for 20 minutes to 4 weeks at a different power flux densities. The contents both of fibrinogen and antithrombin, activity of prothrombin complex factors, thrombin time were determined.

Earlier in our experiments, we have shown that EMR 460 MHz for prolonged exposure leads to increased concentrations of lipid peroxidation products in the blood of rats. The resulting data for these experiments show that the indices of second phase of blood coagulation (prothrombin complex activity, thrombin time, antithrombin, heparin tolerance) change in blood of rats exposed chronically to non-ionizing irradiation for 4 weeks. It turned out that these changes were greater at relatively higher intensity of irradiation (30 mW/cm<sup>2</sup>) than at low intensity (10 mW/cm<sup>2</sup>). The content of fibrinogen in the plasma was decreased by several times during the irradiation, and tended to recover to the end of the exposure. At the same time, the fibrinolytic activity of plasma showed reverse dynamics, increase in activity, which was replaced again the tendency to return to norm.

Data on the intensification of lipid peroxidation processes in the membranes by microwave irradiation acquire some physiological importance when the blood is considering as target of EMR. Disturbance of the lipid bilayer structure (and/or, possibly, change in original asymmetry of the lipid composition), which may occur in amplification process of phospholipid peroxidation, prevents the orderly interaction of enzymes and cofactors of blood coagulation on the cell surface. As a result, in both cases, protein and lipid factors associated with each of the three phases of blood coagulation may be indirectly exposed to the influence of electromagnetic radiation.

## **УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ НЕРВНЫХ КЛЕТОК ПОЛЯ CA<sub>1</sub> ГИППОКАМПА КРЫС ПРИ 96-ЧАСОВОЙ ТОТАЛЬНОЙ ДЕПРИВАЦИИ СНА И ПОСЛЕ ЕЕ ОТМЕНЫ**

**Абушов Б.М.**

Институт Физиологии им. А.И.Караева НАН Азербайджана, г. Баку, [babushov@rambler.ru](mailto:babushov@rambler.ru)

Целью данного исследования является изучение ультраструктурной пластичности (УСП) нервных клеток поля CA<sub>1</sub> гиппокампа мозга 6-месячных крыс при тотальной депривации сна (ТДС) и после ее отмены. Выяснено, что в каждом 0,01 мм<sup>2</sup> ткани поля CA<sub>1</sub> гиппокампа интактных крыс располагаются 54,1±0,4 нейрона. При 12-часовой ТДС большинство (48,1±0,3; p<0,001) нейронов сохраняют свою нормальную ультраструктуру, только в некоторых из них (5,9±0,1; p<0,001) отмечаются субмикроскопические изменения репаративного характера. В этих нервных клетках обнаруживается эктопия ядра и ядрышка, увеличение количества вещества хроматина в кариоплазме, инвагинация кариолеммы, гиперплазия цитоплазматических органелл – цистерны гранулярной эндоплазматической сети (ГЭС), рибосом, полисом, митохондрий, аппарата Гольджи, лизосом. При 24-часовой ТДС количество нейронов с репаративными изменениями увеличивается в 4 раза (23,9±0,1; p<0,001) и в некоторых (2,1±0,1; p<0,001) нейронах наблюдаются дистрофические изменения в виде уменьшения количества цитоплазматических органелл, хроматолиза и вакуолизации цитоплазмы. При 36-часовой ТДС в нейронах выявляется частичное угасание репаративных (15,9±0,1; p<0,001) и развертывание дистрофических процессов (10,1±0,1; p<0,001). При 96-часовой депривации нейроны с репаративными изменениями не обнаруживаются, а нейроны с дистрофическими изменениями еще более увеличиваются (26,0±0,2; p<0,001).

Через 10 сут. после отмены 96-часовой ТДС количество дистрофически измененных нервных клеток уменьшается (15,0±0,3; p<0,001), появляются нейроны, подвергающихся репаративной регенерации (11,0±0,3; p<0,001). Однако, у этих животных по сравнению с животными подвергнувшихся 96-часовой ТДС, количество нейронов с нормальной ультраструктурой не меняется (при 96-часовой ТДС – 28,0±0,2; p<0,001, а через 10 сут. после отмены 96-часовой ТДС – 28,9±0,4; p<0,001). В нейронах с репаративной регенерацией активируется ядро (в кариоплазме увеличивается количество хроматина, число инвагинации кариолеммы и т. д.) и увеличивается количество цитоплазматических органелл. Так, увеличивается число канальцев ГЭС и удлиняются некоторые из них. Увеличивается количество рибосом на канальцах ГЭС, а так же число митохондрий, аппарата Гольджи, лизосом, появляются мелкие митохондрии, некоторые из них гипертрофированны. В этих нейронах привлекает внимание увеличение их объема. Через 20 сут. после отмены 96-часовой ТДС увеличивается число нейронов с нормальной ультраструктурой (34,0±0,3; p<0,001), уменьшается число клеток с дистрофическими изменениями (10,0±0,3; p<0,001). Следует отметить, что во многих (10,0±0,3; p<0,001) нейронах еще продолжается репаративная регенерация.

Таким образом, нейроны поля CA<sub>1</sub> гиппокампа имеют высокую УСП, которая при ТДС в раннем периоде проявляется в виде репаративных, при длительном периоде – в виде дистрофических изменений, а после отмены 96-часовой ТДС наблюдается восстановление структуры нейронов за счет репаративной регенерации. За счет высокой способности УСП, после прекращения влияния экстремального фактора, нейроны перестраивают свою ультраструктуру и приспособливают свои функции к конкретным условиям. В этой ситуации компенсаторно-приспособительные процессы играют важную роль. Физиологическая сущность компенсаторных процессов связана с тем, что при продолжительном влиянии сильного экстремального фактора в центральной нервной системе нарушается функция одной группы нейронов, вследствие чего другая группа берет на себя их функцию. Гипертрофия нейронов, берущих на себя дополнительную функцию, является морфологическим проявлением этого процесса и материальной основой компенсации функции. Процесс гипертрофии в принципе интенсивно обеспечивается восстановлением нарушенных функций и в основе его лежит активация ядра и гиперплазия цитоплазматических органелл.

В условиях ТДС УСП нейронов определяется в основном двумя процессами: 1) гиперплазией и гипертрофией внутриклеточных органелл и 2) деструкцией уже существующих органоидов. Речь идет о двух процессах, протекающих одновременно и противоположно друг другу. В зависимости от продолжительности ТДС, один из этих процессов доминирует над другим. При ТДС высокую УСП демонстрируют не только нейроны, а также их цитоплазматические органеллы.

## **ULTRA-STRUCTURAL PLASTICITY OF RAT CA<sub>1</sub> HIPPOCAMPAL NERVOUS CELLS UNDER 96-HOURS TOTAL SLEEP DEPRIVATION AND AFTER ITS WITHDRAWAL**

**Abushov B.M.**

Institute of Physiology n.a. A.I.Qarayev NAS Azerbaijan, Baku, [babushov@rambler.ru](mailto:babushov@rambler.ru)

The aim of this work was to study ultrastructural plasticity (USP) of nervous cells in CA<sub>1</sub> area of the hippocampus under total sleep deprivation (TSD) and after its withdrawal. The studies were carried out on 6-months old with the application of electron microscope technique. It has been revealed that USP of neurons under TSD at an early period (12-24 hours) is developed as reparative alterations, while under long-term period (36-96 hours) it is developed as dystrophic ones. After withdrawing 96-hours TSD the restoration of neuronal structures is observed which takes place at the expense of reparative regeneration. Under TSD high USP displays not only neurons but their cytoplasmic organelles as well.



## **БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОЗГА У НОРМАЛЬНЫХ И СТРЕССИРОВАННЫХ КРЫС ПРИ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭЭГ-ЗАВИСИМОЙ СТИМУЛЯЦИИ.**

**Авалиани Т.В., Апраксина Н.К., Константинов К.В., Сизов В.В., Цикунов С.Г.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия, [tanaavaleeani@mail.ru](mailto:tanaavaleeani@mail.ru)

Биоакустическая коррекция (БАК) заключается в прослушивании акустического образа биоэлектрической активности головного мозга в реальном времени. Показано, что применение данного метода снижает у пациентов уровень реактивной тревожности, невротичности, спонтанной агрессивности и депрессивности. У стрессированных крыс БАК способствует снижению эмоциональной напряженности, нормализует поведение в тесте «Открытое поле» и приводит к восстановлению профиля межструктурных связей в коре головного мозга.

Цель работы – анализ ритмической активности ЭКоГ у нормальных и стрессированных крыс в процессе проведения сеансов БАК.

Методы. Половозрелым самкам (n=30) имплантировались электроды в лобные и затылочные области коры справа и слева под золетилловым наркозом (0,6 мл/кг). Через неделю после операции 20 крыс подвергались стрессу, связанному с угрозой жизни (помещением в террариум с питоном). Через сутки после воздействия у контрольных (n=10) и у стрессированных крыс (n=10) проводили сеансы БАК в течение 5 дней. Каждый сеанс по 20 мин. – акустическая стимуляция, согласованная с собственной ЭКоГ. У крыс анализировали кросскорреляционные связи и ритмическую активность ЭКоГ во время переживания стресса, через два часа после стресса и на 2-7 сутки после стресса. Работа выполнена в соответствии с Европейской конвенцией о защите животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 1986), и согласно приказу МЗ РФ № 267от 2003 г.

Результаты. Во время переживания стресса у крыс наблюдалось изменение кросскорреляционных связей ЭКоГ между затылочными и лобными областями мозга и изменение ритмической активности: снижение альфа – активности в лобных отведениях слева и справа и в левой затылочной области ( $p \leq 0,01$ ). Бета-, тета- и дельта-ритмы достоверно не изменялись. Через 2 часа после стресса, уровень тета-ритма повышался, а альфа-ритм достоверно снижался в обоих затылках и правой лобной области. Бета-активность снижалась в затылочных областях. На 3 сутки после стресса альфа-ритм был снижен в обеих лобных и затылочных областях, бета-ритм соответствовал контрольным показателям, тета-активность усилилась в правой лобной и затылочной областях. Дельта-ритм в обеих затылочных областях был увеличен по сравнению с контролем ( $p \leq 0,01$ ). У крыс, получавших БАК, после 3-его сеанса тета- и альфа-ритмы соответствовали норме. У крыс, которые не получали БАК, ритмическая структура ЭКоГ восстанавливалась только к 7-м суткам после стресса. У контрольных крыс в процессе и после сеансов БАК ритмическая структура ЭКоГ достоверно не изменялась.

Заключение. Сеансы БАК способствуют более раннему восстановлению ритмической активности мозга у стрессированных животных.

## **THE BIOELECTRICAL ACTIVITY OF THE BRAIN IN NORMAL AND STRESSED RATS DURING ACOUSTIC EEG-DEPENDENT STIMULATION.**

**T.V Avaliani, N.K. Apraksina, K.V. Konstantinov, V.V. Sizov, S.G. Tsikunov**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine", St.-Petersburg, Russia, [tanaavaleeani@mail.ru](mailto:tanaavaleeani@mail.ru)

Bioacoustic correction (BAC) are listening to the audio of the image of the bioelectric brain activity in real time. This method reduces the level of reactive anxiety, neurosis, spontaneous aggressiveness and depression. In stressed rats BAC helps reduce emotional tension and normalizes the behavior in the test "open field". Bioacoustic correction in stressed rats restores interdepartmental communication in the cortex. The aim of this work is the analysis of the rhythmic activity of the ECoG in normal and stressed rats during sessions of the BAC.

Methods. Sexually mature females (n = 30) were implanted electrodes in the frontal and occipital cortex on the right and left under anesthesia (zoletil, 0.6 ml/kg). One week after surgical procedure the rats were subjected to the stress (placed in a terrarium with python). Control (n=10) and in stressed rats (n=10) sessions have been conducted in the BAC for 5 days through the day after exposure. In rats analyzed rhythmic ECoG activity during experiences stress, two hours after stress and at 2-7 days after stress.

Work carried out in accordance with the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes (Strasbourg, 1986), and according to the order MH RF from 2003, № 267.

Results. During the experience of stress in rats revealed a change of cross correlations between ECoG occipital and frontal regions of the brain and changing the rhythmic activity: reduction of alpha-activity in the frontal leads left and right and in the left occipital region ( $p \leq 0,01$ ). Beta-, theta- and delta- rhythms were not significantly changed. 2 hours after the stress level increased theta- and alpha-rhythms significantly decreased in both occipital areas and the right frontal region. Register reduction in beta – activity in the occipital regions. On the 3-rd day after stress the alpha-rhythm decreased in both the frontal and occipital regions, and beta rhythm was normal. There is an increasing theta-activity in the right frontal and occipital areas. Delta-rhythm increases in both occipital areas ( $r \leq 0,01$ ). After the sessions BAC, which was carried out the next day after the stress, theta- and alpha- rhythms conform to the norm by the 3 days. In rats that did not receive the BAC, the rhythmic structure ECoG restored only to 7 days after stress. In the control rats during and after sessions BAC rhythmic structure was not significantly changed.

Conclusion. BAC causes earlier recovery of rhythmic brain activity in stressed animals.

## КОРРЕКЦИЯ НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ МЕТОДАМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО БИОУПРАВЛЕНИЯ

Авдюшенко С.А.<sup>1</sup>, Зуева Н.Г.<sup>2</sup>, Сергеев Т.В.<sup>2</sup>, Суворов Н.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия; ng.zueva@mail.ru

Профессиональная деятельность специалистов опасных профессий протекает в условиях повышенного ситуационного или хронического нервно-психического напряжения (НПН), что может приводить к возникновению выраженных дезадаптационных расстройств механизмов регуляции ряда систем. В комплексе мероприятий для профилактики и коррекции нервно-психического напряжения особое место занимает психофизиологический подход, основанный на целенаправленных воздействиях на собственное состояние и самочувствие различными методами адаптивного функционального биоуправления (ФБУ) с биологической обратной связью (БОС).

Цель исследования – оценка эффективности использования разных способов ФБУ для коррекции хронического НПН. У юношей с признаками хронического НПН проводились сеансы ФБУ с БОС: 1) по кардиоритмограмме, направленные на снижение ЧСС, либо на увеличение амплитуды дыхательной аритмии (ДА); 2) по дыханию, направленные на снижение частоты (ЧД), либо на уменьшение объема (ДО) дыхания; 3) на повышение температуры (Т) кисти. Курс состоял из 5-10 сеансов. В начале и в конце курса проводилось психологическое тестирование по «Анкете самооценки состояния» (АСС).

Было получено достоверное снижение ЧСС после проведения ФБУ по любой из использованных методик. По сравнению с фоном статистически значимо уменьшилась частота дыхания после БОС по ЧСС, ДА, ЧД и Т. Снижение систолического давления отмечено после БОС по ЧСС, ЧД и Т, диастолического – после БОС по ДО и Т. Анализ полученных результатов по АСС показал, что статистически значимо улучшилось субъективное состояние по следующим шкалам: «бодрость» (БОС по ЧСС и ЧД), «спокойствие» (ЧСС, ДА, ЧД, Т), «уверенность» (ЧСС, ДО), «настроение» (ЧСС), «самочувствие» (ЧД), «интегральный показатель самооценки состояния» (после каждой из использованных методик БОС). Эффективность коррекционных мероприятий подтвердилась также результатами выполнения тестов на точность двигательных реакций. По сравнению с фоном статистически значимо изменились значения показателя «количество касаний» при выполнении методики «Динамический тремор» (БОС по ДА, ЧД, ДО, Т) и показателя «точность» методики «Реакция на движущийся объект» (ЧСС).

Таким образом, функциональное биоуправление по показателям кардиоритма, дыхания и температуры позволяет корригировать выраженность субъективных и физиологических проявлений нервно-психического напряжения.

## THE MENTAL STRESS REDUTION BY METHODS OF ADAPTIVE BIOFEEDBACK

Avdushenko S.A.<sup>1</sup>, Zueva N.G.<sup>2</sup>, Sergeev T.V.<sup>2</sup>, Suvorov N.B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kirov Military Medical Academy, St.Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> Institute of Experimental Medicine, St.Petersburg, Russia

Professional activity of dangerous professions specialists takes place in conditions of increased situational or chronic mental stress (MS), which can lead to the disadaptation frustrations of systems regulation mechanisms. Adaptive functional biofeedback methods (BFB) take a special place in the procedures complex for the prevention and correction of mental stress.

The purpose of this work was study of the effectiveness of different BFB ways for correction chronic MS.

The young men with chronic MS signs were subjected one of the follows procedures: 1) BFB for heart rate to decrease heart rate (HR) or to increase in the respiratory sinus arrhythmia amplitude (DA); 2) BFB for the respiration, aimed at decrease the respiration frequency (RF) or volume (RV); 3) to increase the temperature (T) of the brush. The course consisted of 5-10 sessions. Psychological testing was conducted by the «Questionnaire for self-assessment of state» (QSS) at the beginning and end of the course.

Results. It was found a significant HR decrease after any of the used BFB methods. The respiratory rate significantly decreased after sessions BFB for HR, DA, RF and T. The decrease in systolic blood pressure was observed after BFB for HR, RF, T, and diastolic – after BFB for RV, T.

It was showed that subjective state on data of the following scales QSS significantly improved: "cheerfulness" (BFB for HR and RF), "tranquility" (BFB for HR, DA, RF, T), "confidence" (HR, RV), the "mood (HR)," own state"(RF), "integral indicator of state self-assessment" (after any of the used BFB methods). Also the corrective actions effectiveness was confirmed by the results of tests on the motor responses accuracy. Compared with the background the following parameter significantly changes: "the number of touches" when performing a technique "Dynamic tremor" (BFB for DA, RF, RV, T) and "accuracy" of method "Reaction to a moving object" (HR).

Thus, functional biofeedback sessions on used indicators of heart rate, respiration and temperature, allows to attenuate the intensity of the subjective and physiological manifestations of mental stress.

## НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ СЕНСОРНОГО И МОТОРНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕАКЦИИ ВЫБОРА

Айдаркин Е.К.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия, [aek@sfedu.ru](mailto:aek@sfedu.ru)

Описание механизмов последовательных эффектов при выполнении серии сенсомоторных реакций основывается на ряде теорий (Metthews, Stewart, 2009), среди которых теория разрушения сенсорного следа памяти противопоставляется теории изменения двигательных критериев. Выделяют два независимых механизмов прогнозирования в случайных последовательностях: предсказание момента и

субъективной вероятности появления очередного стимула (сенсорный прогноз) (Näätänen et al., 2010; Kimura, 2012) и прогнозирование и подготовка двигательной реакции, с которой будет связана реакция на текущий стимул (моторный прогноз) (Gonsalvez, Polich, 2002). Можно предположить, что в условиях реакции выбора: при адекватной ее реализации первый механизм опережает второй, а при возникновении коротких реакций, соответствующих простой реакции и ложной тревоги, второй механизм является ведущим. В связи с этим целью настоящей работы было исследование нейрофизиологических механизмов сенсорного и моторного прогнозирования по параметрам связанных с событием потенциалов (ССП) в условиях бимодальной реакции выбора.

Каждый испытуемый (24 человека, средний возраст 22,4 года, 16 мужчин, все правши) проходил обследование в условиях реализации реакции выбора при различении зрительного (вспышка светодиодной матрицы яркостью 9 Кд и длительностью 1 мс) и слухового (щелчок длительностью 1 мс и интенсивностью 60 дБ) стимулов, предъявляемых с равной вероятностью (0,5). В тестовой процедуре предъявлялось по 1600 стимулов при среднем МСИ 4 с (девиацией 20%). Вычислялись суммарные ССП (100 мс до и 900 мс после стимула), MMN и ВР. Сенсорный (S-LRP) и моторный (LRP-R) латеральный потенциал готовности вычислялись путем вычитания ССП, зарегистрированных в С3, из ССП, зарегистрированных в С4, для зрительного раздражения и наоборот – для слухового.

В условиях доминирования сенсорного решения, которое принималось на уровне переднего фронта N1, моторное решение возникало в среднем через 100 мс после стимула (S-LRP). Зрительному раздражению соответствовали более короткие RT, что было связано с доминированием левой моторной области, которая ответственна за организацию реакции правой рукой. В условиях доминирования моторное решение возникало через 40-70 мс после стимула и было связано с ослаблением высокого уровня активации ипсилатерального полушария за счет активации контралатерального, максимум которой регистрировался в интервале 160-200 мс. Обсуждается роль преаттентивных (MMN) и аттентивных (P3) оценочных механизмов в организации механизмов сенсорного и моторного прогнозирования.

### **NEUROPHYSIOLOGICAL MACHANISMS OF SENSORY AND MOTOR PREDICTIONS IN THE CHOICE REACTION**

**Aydarkin E.K.**

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, [aek@sfedu.ru](mailto:aek@sfedu.ru)

An important element of human behaviour consists of the ordered sequences of sensory-motor reactions integrated into sustainable patterns by means of successive effects. There are a number of theories to describe sequential effects (Matthews, Stewart, 2009). The theory of sensory memory trace destruction is opposed to the theory of motor criteria change, which involves the allocation of two independent mechanisms of prediction in random sequences: the prediction of the time and the subjective probability of the next stimulus occurrence (sensory prediction) (Näätänen et al., 2010; Kimura, 2012) and prediction and preparation of the motor reaction which will be linked to the current stimulus reaction (motor prediction) (Gonsalvez, Polich, 2002). It can be assumed that at the adequate choice reaction implementation the first mechanism is ahead of the second, and in the event of short responses matching an appropriate simple reaction and false alarm, the second mechanism is the lead. The purpose of this work is related to the study of successive effect characteristics during the implementation of a choice reaction under conditions of sensory or motor dominance prediction using the ERP method.

A total of 24 students (16 men, mean age 22.4 years) participated in the study. Visual stimuli were presented as flashes forming a matrix of red LEDs with a brightness of 9 cd and a duration of 1 ms. The auditory stimuli were flicks 1 ms long with an intensity of 60 dB. If the visual stimulus was presented, the subject was required to press the right button of the "mouse" manipulator with his right thumb; if the auditory stimulus was presented, the subject was required to press the left button with the left thumb. Each test procedure consisted of approximately 1600 stimuli with an average interstimulus interval of 4 s (with a 20% deviation from the average). The EEG was recorded at 21 standard sites (10-20 system) with a sampling interval of 4 ms and a frequency of 0.5-70 Hz. The digitized EEG and RT were exported to MATLAB, where they received total ERP (100 ms before and 900 ms after the stimulus), S-LRP and LRP-R.

In terms of sensory dominance of decisions taken on the level of the leading edge of N1, motor decision arose averagely 100 ms after the stimulus. Visual stimulation corresponded to shorter RT, which was due to the dominance of the left motor area responsible for organizing the reaction with the right hand dominance. The dominant motor decision appeared after 40-70 ms after the stimulus and was due to the weakening of the high activation level of the ipsilateral hemisphere due to the activation of the contralateral, the maximum of which was recorded in the range of 160-200 ms. It is discussed the role of pre-attentive sensory (MMN) and attentive sensory-motor (P3) evaluation systems in the sensory and motor predictions.

### **ПРОЯВЛЕНИЕ ПОЛОВЫХ РАЗЛИЧИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СПОНТАННОГО ПОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ГРЫЗУНОВ В УСЛОВИЯХ НОВИЗНЫ.**

**Акопян Н.Э., Карапетян Л.М., Саркисов Г.Т.**

Научный Центр зоологии и гидроэкологии НАН РА, 0014 Ереван, ул. П.Севака 7, Армения.

Половые различия животных как составляющая внутривидового разнообразия представляют естественный интерес для экспериментальных исследований.

В настоящей работе представлены результаты сравнительных исследований поведенческих характеристик у самок и самцов лабораторных крыс и мышей.

Эксперименты проводились с использованием методики являющейся гибридным вариантом «тёмно-светлой камеры» и открытого поля [Саркисов и др., 2010, 2012].

Проведенные эксперименты выявили половые различия в распределении поведенческих

показателей характеризующих сравнительно высокую активность и меньшую тревожность самок крыс и мышей. В группе самцов крыс и мышей уровень следующих показателей достоверно ниже, чем у самок: число вертикальных стоек с упором ( $p < 0.05$ ); число вертикальных стоек в воздухе ( $p < 0.05$ ); длительность нахождения в центре поля ( $p < 0.05$ ); пройденный путь ( $p < 0.05$ ); скорость движения ( $p < 0.05$ ).

При анализе пространственно – моторной асимметрии было установлено, что абсолютное значение коэффициента асимметрии перемещения у самцов крыс в 4,6 раза выше, по сравнению с самками ( $p < 0.05$ ). Аналогичный показатель у самцов мышей оказался выше по сравнению с самками в 4.1 раз ( $p < 0.05$ ).

Выявлено левостороннее доминирование перемещений самок лабораторных грызунов по сравнению с самцами, у которых доминировало правостороннее перемещение ( $p < 0.05$ ).

У самцов крыс и мышей по сравнению с самками, отмечается сравнительно высокий уровень variability регистрируемых показателей. Можно думать, что variability регистрируемых показателей отражает выраженность индивидуальной изменчивости в пределах каждой исследуемой группы (самки, самцы).

Таким образом, полученные данные в определенной мере согласуются с эволюционной концепцией пола [Геодакян В.А., 1965-1993].

Проводилась также ранжировка животных в группах самок и самцов с учётом проявления поведенческой активности. При анализе основной активности лабораторных крыс и мышей установлено, что в группе самцов доминирует количество особей с низкой основной активностью, тогда как большинство самок проявляют высокую основную активность.

### **EXHIBITING OF SEXUAL DIFFERENCES AT RESEARCH OF SPONTANEOUS BEHAVIOR OF LABORATORY RODENTS IN THE CONDITIONS OF NOVELTY** **Hakobyan N.E., Karapetvan L.M., Sargisov G.T.**

Scientific center of Zoology and Hydroecology NAS RA, 0014 Yerevan, 7 P. Sevak, Armenia

Sex differences of the animals as a component of intrapopulation diversity represent a natural interest for experimental investigations.

This work presents the results of comparative studies of behavioral characteristics in male and female laboratory rats and mice.

The experiments were conducted using methodology which is the hybrid version of the "dark-light camera" and open field [Sargisov et al., 2010, 2012].

The experiments have revealed sex differences in the distribution of behavioral characteristics of relatively high activity and lower anxiety in female rats and mice. In the group of male rats and mice level of the following characteristics were significantly lower than in females: the number of climbing ( $p < 0.05$ ); the number of rearing ( $p < 0.05$ ); duration of stay in the center of the field ( $p < 0.05$ ); distance moved ( $p < 0.05$ ); the speed of movement ( $p < 0.05$ ).

In the analysis of spatial – motor asymmetry has been found that the absolute value of the coefficient of asymmetry displacement in male rats is 4.6 times higher compared to females ( $p < 0.05$ ). A similar index in male mice was higher compared with females in 4.1 times ( $p < 0.05$ ). Revealed left-sided dominance of movements of female laboratory rodents compared to males, which was dominated by the right-hand movement ( $p < 0.05$ ).

Male rats and mice compared with females, has made relatively high level of variability detected indices. One might think that the variability in reported reflects the severity of the individual variability within each study group (females, males).

Thus obtained data to a certain extent consistent with the evolutionary concept of sex [Geodakyan V., 1965-1993].

Also carried out ranking of the animals in groups of females and males with regard to the existence of behavioral activity. In the analysis of the main activity of laboratory rats and mice found that in the group of males dominates the number of individuals with low main activity, whereas most females show high main activity.

### **ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОМ фМРТ НЕЙРОНАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ НА ХЕМОСИГНАЛЫ У КОНТРОЛЬНЫХ И АНТИГЕНСТИМУЛИРОВАННЫХ МЫШЕЙ ЛИНИИ CD1**

**Акулов А.Е.<sup>1,2</sup>, Ромащенко А.В.<sup>1,3</sup>, Шевелев О.Б.<sup>1</sup>, Алексеёнок Е.Ю.<sup>4</sup>, Петровский Д.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия; [akulov\\_ae@ngs.ru](mailto:akulov_ae@ngs.ru)

<sup>2</sup> Томский государственный университет, Томск, Россия; <sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Конструкторско-технологический институт вычислительной техники СО РАН;

<sup>4</sup> Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Исследования, посвященные изучению восприятия и распознавания запахов, открывают заманчивую перспективу для понимания отдельных механизмов взаимодействия организма с окружающим миром и могут быть полезны в выявлении некоторых патологий головного мозга. В данной работе исследована способность мышей аутистической линии CD1 на фоне активации врожденного или приобретенного иммунного ответа, воспринимать некоторые социально ориентированные и нейтральные запахи. Для активации разных типов иммунного ответа использовали внутрибрюшинное введение липополисахарида (ЛПС) и гемоцианина. Нейрональная реакция изучена в ответ на подачу таких химических соединений как: изопрен, 1-гексанол, 2,5-диметилпиразин и 2-гептанон.

В результате были получены следующие основные результаты: 1) у контрольных и ЛПС-стимулированных мышей изопрен, 1-гексанол и 2-гептанон вызывает активацию нейронов головного мозга, а предоставление 2,5-диметилпиразина приводит к дезактивации нейронов, при этом выраженность нейронального ответа зависит от длины углеродной цепи химических соединений; с удлинением цепи амплитуда ответа снижается; 2) ЛПС-стимуляция приводит к увеличению нейронального ответа во всех

исследованных отделах головного мозга при восприятии всех четырех запахов; 3) введение гемоцианина приводит к увеличению нейронального ответа при распознавании химических веществ с возрастанием углеродной цепи.

Таким образом, результаты представляют абсолютно новую информацию об особенностях нейронального отклика при восприятии запахов разной модальности на фоне развития иммунного ответа. С одной стороны повышение нейрональной активности может иметь адаптивное значение как механизм, обеспечивающий рост обонятельной чувствительности, которая играет ключевую роль в идентификации потенциальных источников заражения. С другой стороны, результаты исследования свидетельствуют о существенном влиянии иммунитета как на сам процесс восприятия ольфакторной информации, так и на процесс ее интерпретации.

*Работа выполнена на базе ЦКП «SPF-виварий» ИЦиГ СО РАН (RFMEFI61914X0005 и RFMEFI61914X0010) при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №14-45-00040).*

#### **STUDYING OF NEURONAL RESPONSES TO CHEMOSIGNALS IN CONTROL AND ANTIGEN-STIMULATED MICE CD1 USING fMRI**

**Akulov A.E.<sup>1,2</sup>, Romascshenko A.V.<sup>1,3</sup>, Shevelev O.B.<sup>1</sup>, Alekseyonok E.Yu.<sup>4</sup>, Petrovsky D.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, Russia; [akulov\\_ae@ngs.ru](mailto:akulov_ae@ngs.ru) <sup>2</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russia; <sup>3</sup>Design Technological Institute of Digital Techniques SB RAS, Novosibirsk, Russia; <sup>4</sup>Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

Researches devoted to the study of perception and recognition of odors, offer the tantalizing prospect for the understanding of certain mechanisms of interaction of the organism with the environment and can be helpful in identifying some of the brain abnormalities. In this study, we investigated the ability of mice outbred strain CD1 to take some of the socio-oriented and neutral smells on a background of activation of innate and adaptive immune responses. To activate different types of immune responses we used intraperitoneal injection of lipopolysaccharide (LPS) and hemocyanin. Neuronal reaction was studied in response to application of chemical compounds such as isoprene, 1-hexanol, 2,5-dimethylpyrazine, and 2-heptanone.

The following results were obtained: 1) in the control and LPS-stimulated mice isoprene, 1-hexene and 2-heptanone causes brain neurons activation, and providing a 2,5-dimethylpyrazine leads to neurons deactivation, wherein the expression of neuronal response depends on the length of chemical compounds the carbon chain; response amplitude decreases with chain extension; 2) LPS-stimulation leads to an increase in neuronal response in all examined sections of the brain at all four smells perception; 3) hemocyanin administering increases neuronal response in recognizing chemicals with increasing carbon chain.

Thus, the results are completely new information about the features of the neuronal response in the perception of smells of different modalities on the background of the immune response development. On the one hand, an increase of neuronal activity may have adaptive value as a mechanism to ensure the growth of the olfactory sensitivity, which plays a key role in identifying potential sources of contamination. On the other hand, the results of the study indicate significant effects on the immune system as the very process of olfactory information perception and the process of interpretation.

*The study was conducted at the Center for Genetic Resources of Laboratory Animals at the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences (RFMEFI61914X0005 and RFMEFI61914X0010) and funded by Russian Scientific Fund (project № 14-45-00040).*

#### **THE USE OF EQUILIBRIUM CONTROL MODEL BASED ON EIGENMOVEMENT CONCEPT IN EXPERIMENTS WITH HUMANOID AND BALANCE-MASTERS**

**Alexandrov A.V., Frolov A.A.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Science, Moscow, Russia;  
[alexeialexandrov@inbox.ru](mailto:alexeialexandrov@inbox.ru)

The the eigenmovement concept proposed earlier for human standing equilibrium control applied to the movement control in anthropomorphic robot and to the movement analysis of human balancing on the extremely narrow support is presented. The theoretical part is based on the quantitative analysis of a biomechanical model on the basis of eigenmovement approach developed earlier by the authors for vertically standing humans. The experimental part includes experiments with movements of humanoid robot and with skillful subjects' balancing on the specially designed unstable support. Movement analysis is performed in terms of the movements along eigenvectors of the model's dynamic equation ("eigenmovements" or "natural synergies"). The study demonstrates that stable control in the anthropomorphic robot and in human balancers can be realized on the basis of the eigenmovement concept. The "natural synergies" are dynamically independent from each other, allowing their independent control, as it was shown earlier based on human movements studies.

*Grants RFBR 15-04-05598-a, 16-04-00962-a*

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ТРЕМОРА И ЭЭГ ЧЕЛОВЕКА**

**Александров А.Ю., Уплисова К.О., Попов О.С., Степанов А.В., Иванова В.Ю.**

Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург, Россия; [alany@mail.ru](mailto:alany@mail.ru)

Исследование направлено на установление характера отношений между вызванной электрической активностью мозга и изменением физиологического тремора при экспозиции зрительных стимулов с различной степенью эмоциональной значимости. Особенностью предлагаемого в данном исследовании

подхода является использование традиционных методов психофизиологического исследования таких как ЭЭГ в сочетании с акселерометрическим методом регистрации физиологического тремора.

В ходе эксперимента, испытуемый располагался в экранированной звукоизолированной камере, в положении сидя, с симметричным расположением обеих рук. При этом кисти рук и предплечья находились в безопорном, но комфортном для испытуемого положении. Регистрация физиологического тремора осуществлялась трехкоординатными цифровыми акселерометрами типа ADXL345 («Analog Devices», США). Акселерометры закреплялись на внешней стороне указательных пальцев правой и левой руки симметрично. Для увеличения стабильности регистрируемых параметров моторной активности испытуемому предоставлялась зрительная обратная связь по положению рук в горизонтальной плоскости. Монитор для предъявления зрительных сигналов и демонстрации обратной связи находился по средней линии перед испытуемым.

В условиях автоматизированного эксперимента испытуемому многократно в рандомизированном порядке предъявляли четыре типа стимулов — его собственную фамилию, последовательность букв полученную случайной перестановкой букв фамилии, элементарные арифметические равенства истинные и ложные. Зрительный стимул сменял на экране демонстрацию обратной связи после 3 секунд успешного (в пределах обозначенного диапазона горизонтальных отклонений) удержания кистей рук. Полученные результаты характеризуют взаимосвязь электрофизиологических параметров и динамики неосознаваемой моторной активности при протекании переходных процессов соответствующих возникновению различных эмоциональных состояний, позволяют говорить о существовании параллелей между латерализацией произвольной моторной активности и межполушарной асимметрией ЭЭГ.

### **PHYSIOLOGICAL TREMOR AND EEG AMPLITUDE-FREQUENCY INTERDEPENDENCE IN HUMANS**

**Aleksandrov A. Y., Uplisova K. O., Popov O. S., Stepanov A. V., Ivanova V. Y.**

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia,  
\_alany\_@mail.ru.

The cross-inference between evoked brain electrical activity and physiological tremor dynamics was investigated under stimuli with different emotional significance. Traditional psychophysiological techniques like EEG and accelerometric tremor acquisition technique was operated conjointly.

The subject was settled down to the chair in acoustic booth with symmetric hand position. Hands and forearms were in unsupported but comfortable state. The physiological tremor was assessed by 3-axis integrated digital accelerometer ADXL345 ("Analog Devices", USA). Accelerometers were attached to outer surfaces of left and right index fingers. To improve the data acquisition the biological biofeedback from horizontal hand position inclination was exploited. Computer monitor for biofeedback demonstration was placed in central line before the subject.

Four variant video stimuli (surname, randomly shuffled surname, true and false arithmetic equations) were randomly applied in automatic experiment. Visual stimuli was explained instead of biofeedback signal after 3 second successful (within target horizontal range) hand placing. The data obtained points out on the interconnection between electrophysiological and tremor dynamics under various emotionally loaded stimulation and possibly on its lateralization.

### **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАМЯТИ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТОВ И ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ТРАВМ (ОНМК И ЧМТ) ПУТЁМ АКТУАЛИЗАЦИИ АССОЦИАЦИЙ РАЗНЫХ МОДАЛЬНОСТЕЙ.**

**Александрович Д.С., Сурманова М.Л.**

Государственное областное бюджетное учреждение здравоохранения «Мурманская городская поликлиника №3», Мурманск, Россия; [looozer@bk.ru](mailto:looozer@bk.ru)

Нарушение памяти – один из наиболее распространённых симптомов в клинике органических и функциональных заболеваний головного мозга. До одной трети населения когда-либо испытывали существенное недовольство своей памятью. Из опыта работы отделения нейрореабилитации и патологии речи можно сделать вывод, что из общего числа пациентов, получающих лечение на базе отделения, 90% с когнитивными нарушениями разной степени тяжести, из них 90% с жалобами на нарушение памяти, 56% с жалобами на нарушение речи, 70% с нарушением эмоционально-волевой сферы.

Метод ассоциативного обучения представляется наиболее перспективным и эффективным для восстановления памяти, мышления, речи и других когнитивных функций. Для большей эффективности ассоциативного обучения определяют ведущий тип восприятия, другими словами определение модальности. Для этого используют диагностику доминирующей перцептивной модальности С.Ефимцева. Модальности делятся на: 1) Визуальные; 2) Аудиальные; 3) Кинестетические. Кроме ведущей модальности, тренируются так же менее задействованные модальности.

Ассоциативные связи актуализируются в различных видах коррекционно-восстановительной работы, таких как: индивидуальные и групповые занятия психолога, логопеда, совместные коррекционные занятия; арт-терапия; музыкотерапия; логопедическая ритмика; библиотерапия; занятия ЛФК. Широко практикуются домашние занятия для пациентов, рабочие тетради, консультирование родственников.

За период работы отделения с 2000 года по 2015 год количество пациентов с нарушением памяти и нарушением актуализации словаря составляло – 95%. С 2000 года по 2010 год использовались традиционные методы коррекционно-восстановительной работы. Доля пациентов отмечавших улучшение составляла – 70%. Метод актуализации ассоциаций различных модальностей используется в период с 2010 года по 2015 год, Количество пациентов, отмечающих улучшение, составило – 85%.

Таким образом метод актуализации ассоциаций различных модальностей доказал свою эффективность в коррекционно-восстановительной работе с пациентами перенёсшими ОНМК и ЧМТ и может быть рекомендован для работы с данной категорией пациентов.

## MEMORY RETRIEVAL AFTER A STROKE AND TRAUMATIC BRAIN INJURY BY ACTUALIZATION OF ASSOCIATIONS OF VARIOUS MODALITIES

**Alexandrovich D.S., Surmanova M.L.**

State-financed health institution «Murmansk Municipal Polyclinic №3», Murmansk, Russia; [looozer@bk.ru](mailto:looozer@bk.ru)

Memory loss is one of the most wide-spread symptoms in a clinical picture of organic brain syndrome and functional neurological disorder. There is about one-third of population who has ever been dissatisfied with their memory. Judging from the work experience of The Department of Neurorehabilitation and Speech-language pathology, one may conclude that 90% of patients who receive a treatment in the department have cognitive impairment of different severity, 90% of them have memory loss, 56% complain about speech disorders, 70% have violation of emotional-volitional sphere.

Associative learning is the most promising and efficient method of memory retrieval, speech rehabilitation and other cognitive functions. The leading type of perception is determined to make associative learning more effective. In other words, it is called determination of modality. Specialists use the diagnostics of the dominant perceptual modality which was developed by S.Fimtsev. There are three major modalities: 1) Visual; 2) Auditory; 3) Kinesthetic.

Besides the leading modality, less involved modalities are practiced as well.

Associative relations are realized in different types of "correctional-remedial work" such as individual and group sessions with a psychologist or speech therapist, cooperative activities, art therapy, music therapy, logo rhythmic, bibliotherapy, therapeutic exercises. Homework, exercise books and parent consultations are widely practiced as well.

During the period of work of the department from 2000 to 2015, 95% of patients with memory loss and language impairments experienced positive results. Traditional methods of "correctional-remedial work" had been used from 2000 to 2010 and 70% of patients experienced positive results. Method of actualization of different modalities had been used from 2010 to 2015. 85% of patients experienced positive results.

Consequently, method of actualization of different modalities has proved its efficiency in "correctional-remedial work" with patients who had a cerebrovascular accident and traumatic brain injury, so this method can be recommended using it in the process of working with this group of patients.

## ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ФОСФОЛИПИДОВ В БИСЛОЕ И В МУЛЬТИСЛОЯХ

**Алексеева О.М.<sup>1</sup>, Кременцова А.В.<sup>1</sup>, Шибряева Л.С.<sup>1</sup>, Кривандин А.В.<sup>1</sup>, Шаталова О.В.<sup>1</sup>,  
Фаткуллина Л.Д.<sup>1</sup>, Ким Ю.А.<sup>2</sup>, Ягольник Е.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Учреждение Российской академии наук Институт Биохимической физики РАН Москва, Россия [olgavek@yandex.ru](mailto:olgavek@yandex.ru); <sup>2</sup>Учреждение Российской академии наук Институт биофизики клетки РАН, Пущино Московской обл.; [yuk01@rambler.ru](mailto:yuk01@rambler.ru); <sup>3</sup>Учреждение Мин. Образования Тульский Государственный Университет Россия; [yea\\_88@mail.ru](mailto:yea_88@mail.ru).

Известно, что основную часть вещества головного мозга составляют липиды. В связи с этим в качестве модели для тестирования действия биологически активных веществ были выбраны фосфолипиды, синтетические и природные: димиристоилфосфатидилхолин (ДМФХ) и фосфатидилэтаноламин (ФЭА). Строение молекул ДМФХ и ФЭА позволяет при гидратировании тонких пленок, высущенных в атмосфере аргона сформировать многослойные липосомы, состоящие из бислойных мембран. Мультиламеллярные липосомы применялись, как аналоги многослойных внутриклеточных органелл – эндоплазматического ретикулума, аппарата Гольджи, митохондрий, присутствующих в нейрональной ткани. Методами ДСК и малоуглового рентгеновского рассеяния исследовали действие регулятора роста растений мелафена на структуру бислоев фосфолипидных мембран при изменении температуры и при варьировании концентрации БАВ. Методом ДСК с применением разной скорости плавления липосом ДМФХ показано влияние водного раствора в широком диапазоне концентраций мелафена на организацию липидных микродоменов в бислоях. Присутствие гидрофильного мелафена, не проникающего в бислои, а действующего на их поверхности, меняет микродоменную организацию фосфолипида в бислое в зависимости от концентрации мелафена. Методом малоугловой рентгеновской дифракции, показано отсутствие влияния мелафена на толщину фосфолипидных мембран и параметры укладки мембран в многослойных липосомах, сформированных из яичного лецитина.

### Литература

1 Алексеева О.М., Шибряева Л.С., Кременцова А.В., Ягольник Е.А., Ким Ю.А., Голощапов А.Н., Бурлакова Е.Б., Фаттахов С.Г., Коновалов А.И. Влияние водных растворов мелафена в широком диапазоне концентраций на микродомены фосфолипидной мембраны // ДАН 2011, том 439, №4, стр. 548-550;

2 Алексеева О.М., Кривандин А.В., Шаталова О.В., Рыков В.А., Фаттахов С.Г., Бурлакова Е.Б., Коновалов А.И. Исследование взаимодействия мелафена с фосфолипидными мембранами // ДАН, 2009, том 427, № 6, стр. 837–839.

## PLANT GROWTH REGULATOR ACTION TO THE PHOSPHOLIPID ORGANIZATION AT THE BILAUERS AND MULTILAUERS

**Alekseeva O.M., Kremontsova A.V., Shibryaeva L.S., Krivandin A.V., Shatalova O.V., Fatkullina L.D.,  
Kim Yu.A.<sup>1</sup>, Yagolnik E.A.<sup>2</sup>**

N.M.Emmanuel Institute of Biochemical Physics RAS, Moscow, Russia, E-mail: [olgavek@yandex.ru](mailto:olgavek@yandex.ru).

<sup>1</sup>Institute of Cell Biophysics RAS, Pushchino, Moscow region [yuk01@rambler.ru](mailto:yuk01@rambler.ru);

<sup>2</sup>Tula State University, Tula [yea\\_88@mail.ru](mailto:yea_88@mail.ru).

It is known that the main components of brain substance are the lipids. In connection with this, synthetic and nature phospholipids were chosen: dimyristoylphosphatidylcholine (DMPC) and phosphatidylethanolamine (PE), as the models for test of biologically active substance (BAS) actions. The architecture of DMPC and PE molecules permits to form the multilayered liposomes, when was hydrated in thin films, which dry in argon atmosphere. The multilamellar liposomes composed of a number of bilayer membranes were used, as the analogs of multilayer intracellular organelles – endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, mitochondria, presented in neuronal tissues. Any actions of plant growth regulator – Melafen, on bilayers structure of phospholipid membranes, were examined by DSC and small-angle X-ray scattering methods. The temperature and melting rate were changed and concentration BAS was varied when testing was made. The great influence of aqueous Melafen solutions over a wide range of Melafen concentrations on organization of lipid microdomains at DMPC bilayers has been shown by DSC method based on different melting rate of liposomes. The attendance of hydrophilic Melafen, not infiltrating in bilayers, and effectual on their surface, changes the microdomain organization of phospholipid in bilayer subject to concentration of Melafen. The lack of Melafen influence to phospholipid membranes thickness and the stowage parameters of membranes in multilayered liposomes, shaped from egg lecithin has been shown by small-angle x-ray diffraction method.

#### References

1 *Alekseeva O.M., Shibryaeva L.S., Kremontsova A.V., Yagolnik E.A., Kim Yu. A., Golochapov A.N., Burlakova E.B., Fattacfov C-G.G., Kononov A.I.* Influence of melafen aqua solutions at wide region of concentrations to phospholipid membrane microdomains // Reports of academy of science. V. 439, №4, 2011. P. 548-550. 2. *Alekseeva O.M., Krivandin A.V., Shatalova O.V., Rikov V.A., Fattacfov C-G.G., Burlakova E.B., Kononov A.I.* Study of Melafen interaction with phospholipid membranes. // Reports of academy of science. V. 427, № 6, 2009. P. 837-839.

### **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОЗГА ПРИ НЕВРОЗАХ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА**

**Аллахвердиева А.А., Аллахвердиев А.Р.**

Институт Физиологии им. А.И.Караева НАНА, Баку, Азербайджан ali\_doctor.@ mail.ru

Проблема неспецифических систем мозга, участвующих в «настройке» специфических образований на соответствующий уровень функциональной активности существенно продвинуло вперед нейронауки и позволило глубже вскрыть патофизиологические механизмы тех или иных состояний. Взаимоотношения между активирующими и тормозными звеньями неспецифических систем являются необходимым условием интегративной деятельности мозга. Сбалансированность этих механизмов определяет устойчивость работы мозга.

Неврозы – заболевание, сопровождающее срывом высшей нервной деятельности в результате перенапряжения нервных процессов с нарушением корково-подкорковых отношений, отголоском которых на периферии является разные вегетативные расстройства. Невротические расстройства чаще встречаются и наиболее ярко проявляются в «критические периоды» развития – подростковом и юношеском возрастах. Биоэлектрическая активность головного мозга (ЭЭГ) является адекватным показателем не только функционального состояния коры больших полушарий, но и сложных корково-подкорковых взаимоотношений, состояния активирующих и деактивирующих регуляторных механизмов.

В настоящей работе проанализировано функциональное состояние головного мозга лиц страдающих неврозами в возрастных группах 15 и 16, 17 и 18 лет. ЭЭГ регистрировалась от лобных, центральных, теменных, затылочных и височных областей обоих полушарий по международной схеме 10-20, в состоянии расслабленного бодрствования. Проводился частотно – амплитудный корреляционный и когерентный анализы ЭЭГ по программам «Нейрон-Спектр» и «Neurofax» В результате проведенных исследований было установлено, что у лиц страдающих неврозами в обеих возрастных группах изменения в структуре ЭЭГ отражают нарушение дисбаланса активирующих и деактивирующих звеньев неспецифических систем, с преобладанием тормозных процессов, усиление активности гипоталамических и гиппокампальных структур. При этом наблюдаемые изменения в большей степени выражены в группах юношей 15-16 лет и в меньшей – в 17-18 лет, что вероятно связано с возрастным процессом отдаления от периода наиболее активных нейроэндокринных перестроек.

Рассматриваются вопросы, связанные с возрастными аспектами участия структур лимбико-ретикулярного комплекса в патогенетических механизмах неврозов

### **THE FUNCTIONAL STATE OF THE NONSPECIFIC BRAIN SYSTEMS OF ADOLESCENCE PERSONS SUFFERING NEUROSES**

**Allakhverdieva A.A., Allakhverdiev A.R.**

Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan  
doctor.@ mail.

The problem of non-specific brain systems involved in the "Settings" of specific entities on the appropriate level of functional activity has advanced neuroscience and allowed deeper to reveal the pathophysiological mechanisms of certain states. Relationship between activating and inhibitory links nonspecific systems are a prerequisite for the integrative activity of the brain.

Neurosis -diseases involving disruption of higher nervous activity resulting surge of nervous processes in violation of the cortico-subcortical relations, an echo of which the periphery is different vegetative disorders. The most pronounced neurotic disorders manifest themselves in adolescence. Bioelectrical brain activity (EEG) is an adequate indicator of not only the functional state of the cerebral cortex, but also complex cortico-subcortical relations, the state is activated and deactivated regulatory mechanisms.

In this paper we analyzed the functional state of persons suffering from neurosis of the brain in the age groups 15 and 16, 17 and 18 years. EEG was recorded from the frontal, central, parietal, occipital and temporal



regions of both hemispheres of the International Scheme 10-20, in a state of relaxed wakefulness. As frequency – amplitude correlation and coherence analysis of EEG program "Neuron-Spectrum" and «Neyrofax». As a result of studies found that people suffering from neurosis in both age groups, changes in the structure of the EEG reflects a violation of the imbalance is activated and deactivated units of non-specific systems, with a predominance of inhibitory processes, the increased activity of the hypothalamic and hippocampal structures. That observed changes are more pronounced in the group of young men aged 15-16 and less – in 17-18 years, which is probably due to the aging process moving away from the most active period of neuroendocrine aberrations.

The problems associated with age-related aspects of the participation structures of limbic-reticular complex in pathogenetic mechanisms of neurosis.

### СТРУКТУРА ЕДИНИЧНОГО НЕРВНОГО ИМПУЛЬСА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЮРКСКОЙ СИНГАРМОНИЧНОЙ РЕЧИ

<sup>1</sup>Алшынбекова Гулназия Канагатовна, <sup>2</sup>Бейсетаев Рысбек, <sup>1</sup>Тыкежанова Гульмира Менгалиевна, <sup>1</sup>Нугманова Шолпан Мукатаевна, <sup>1</sup>Еселханова Гулжайна Абдыгасеновна, <sup>1</sup>Жакин Ардак Дюсенбекович

<sup>1</sup>ГУ: Карагандинский государственный Университет им. Букетова Е.А., Караганда, Республика Казахстан, gulnaz\_gak@mail.ru

<sup>2</sup>ГУ: Национальный центр Гигиены труда и профзаболеваний МЗиСР РК, Караганда, Республика Казахстан, beisetayev@mail.ru

Для правильного представления о нервных импульсах в головном мозге при мышлении необходимо, в первую очередь, знать "минимальный нервный импульс" в структуре двигательных (эфферентных) нервных импульсах при производстве слитного потока речи. Одиночный импульс волнового возбуждения может быть расчленен на два последовательных звена – две компоненты, имеющие самостоятельное, общебиологическое значение и физиологическое содержание.

**Цель исследования.** Целью работы явилось выявление и изучение минимальной единицы структуры эфферентных нервных импульсов при производстве потока тюркской речи.

**Методы исследования.** С целью выявления и изучения структуры эфферентных нервных импульсов при производстве слитного потока тюркской речи провели комплекс физиологических исследований. Мы применили методы: измерения биополя зоны Брока, регистрации потока воздуха через гортань, УЗИ методы изучения функциональной анатомии органов речи и метод спирографии для определения объема воздуха, выдыхаемого из легких при произнесении слогов.

**Результаты исследования.** Как всякие явления объективной действительности, производство звуковой речи человека, как результат мышления, исследовалось разными методами, и при помощи различных специальных приборов. Это позволило нам получить достоверные документированные факты о нервных импульсах, которые регистрировались при произнесении отдельных сегментов речи. Сложная природа звучащей речи человека рассматривалась с точки зрения произносительной деятельности говорящего человека. В речевом процессе отбирались ритмические группы, каждая из которых обладает особой слоговой структурой. Слоги не нанизываются один за другим, и звуковое давление падает до нуля после каждого слога, а вся слоговая система слова составляет целое.

В результате исследования стало известным, что в речевом процессе нервный импульс задается каждому слогу слова, а внутри себя каждый из слогов составлен из звуковых элементов единого тембрового оформления. Следует также сказать, что после каждого импульса слога имеется перерыв, для формирования и отправки импульса следующего слога.

**Заключение.** Нервная система, передающая информацию от головного мозга к органам речи (эфферентная система), отличается четким анатомическим строением и физиологической функцией. В результате комплексного исследования выявлена слоговая структура нервных импульсов образования слитного потока речи – каждому слогу в потоке речи соответствует отдельный слоговой двигательный нервный импульс. Отсюда следует вывод: звуковая речь человека в произносительном плане состоит из минимальных единиц – слогов. Слоги артикуляторно цельнооформлены и не могут быть дальше разложены, даже, при самой замедленной речи.

### STRUCTURE OF SINGLE NERVE IMPULSE IN PRODUCTION OF TURKIC VOWEL HARMONIC SPEECH

<sup>1</sup>Alshynbekova Gulnaz Kanagatovna, <sup>2</sup>Beysetayev Risbek, <sup>1</sup>Tykezhanova Gulmira Mengaliyeva, <sup>1</sup>Nugumanova Sholpan Mukataeva, <sup>1</sup>Eselhanova Gulzhayna Abdygasenovna, <sup>1</sup>Zhakin Ardak Dyusenbekovich

<sup>1</sup> P.O.: E.A. Buketov Karaganda State University, st. Karaganda, Kazakhstan, gulnaz\_gak@mail.ru

<sup>2</sup> P.O.: National Center of Hygiene and Occupational Diseases Mo H and SD of RK, st. Karaganda, Kazakhstan, beisetayev@mail.ru

For a correct understanding of nerve impulses in the brain in thinking it is necessary, first of all, to know the "minimum nerve impulse" in the structure of motor (efferent) nerve impulses in the production of connected speech flow. Single impulse of wave excitation can be subdivided into two successive links – two components that have independent, general biological significance and physiological content.

**Purpose of research.** The aim of the work was to identify and study the smallest unit of structure of the efferent nerve impulses in the production of flow of the Turkic speech.

**Methods of research.** In order to identify and study the structure of the efferent nerve impulses in the production of connected flow of Turkic speech we conducted a complex of physiological studies. We applied the following method: measuring of the biofield of Broca's area, recording the flow of air through the larynx, ultrasound methods of the study of the functional anatomy of speech organs and spirography method for determining the volume of air exhaled from the lungs when pronouncing the syllables.

**Results of research.** Like all the phenomena of objective reality, production of sound of human speech, as a result of thinking, was investigated by different methods, and through a variety of special equipment. This allowed us to obtain reliable documented data of nerve impulses, which were registered in the pronunciation of separate segments of speech. The complex nature of human sounding speech was considered from the viewpoint of pronunciation activities of speaking person. In the speech process rhythmic groups, each of which has a special syllabic structure. Were selected syllables are not strung one after another, and the sound pressure drops to zero after each syllable, and the whole syllabic system of the word is integral.

As a result of the study it became known that in the speech process during a nerve impulse is given each syllable of the word, and inside each of the syllables is made up of sound components of a single timbre design. It should also be noted that after each impulse of a syllable there is a break to compose and send the impulse of the next syllable.

**Conclusion.** The nervous system, which transmits information from the brain to the organs of speech (efferent system), is characterized by clear anatomical structure and physiological function. As a result of a comprehensive study syllabic structure of nerve impulses of formation of connected speech flow – was identified a single syllable motor nerve impulse corresponds to every syllable in speech flow. The conclusion: the sound human speech in terms of pronunciation consists of a minimum units – syllables. Syllables are articulatory integrally designed and can not be further decomposed even at very slow speech.

### **«ТРАНСФОРМАЦИЯ ВОСПРИЯТИЯ СЦЕНОГРАФИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА» (на примере спектакля-проекта «МОНО.театр»)**

**Ананьев А.Н.**

Московская Государственная консерватория им. П.И. Чайковского, Москва, Россия,  
[ananievcomposer@gmail.com](mailto:ananievcomposer@gmail.com)

В сценографическом решении спектакля-проекта МОНО.театр отсутствуют декорации и реквизит, в общепринятом понятии. Концептуальной идеей, совместившей в себе функции декораций и реквизита стал *арт-объект*, с которым взаимодействует главный герой оперы. *Арт-объект* представляет собой разборную алюминиевую конструкцию, состоящую из двух частей *ромбокубктаэдра*, покрашенную в черный цвет. Идеей реализации такого нестандартного решения послужила картина Якопо де Барбари «*Портрет математика Луки Пачоли и неизвестного молодого человека*» (1495-1500). На картине в левом верхнем углу изображен свисающий с потолка *ромбокубктаэдр*, наполовину заполненный водой, иллюстрирующий эффект тройного отражения. Здесь *ромбокубктаэдр* символизирует совершенное (полное) математическое знание, трехмерное пространство и т.д. В постановке первой части спектакля-проекта «МОНО.театр», опере «*Квадратура круга*», *арт-объект* и все его «производные» (видео-, свето – инсталляции, мизансцены, преломление света от фигуры и т.д.) является главной концептуальной идеей-отражением *трансформации жанра* оперы (в данном случае условное название) в драматургии спектакля. *Арт-объект* символизирует и синтезирует в себе понятия: *ноумен* (умопостижимое) и *феномен* (чувственное). *Трансформация жанра* в этой постановке происходит синхронно со взаимодействием главного героя с *арт-объектом*: От драматического монолога («*Пролог*»), через появление на сцене, в *сценографическом пространстве* музыкантов-инструменталистов («*Интермедия*») и взаимодействия с ними главного героя, появление дирижера («*Речитатив*»: «инструментальный театр»), к собственно оперному монологу, эмоциональной кульминации всего спектакля («*Монолог*»), и два финальных эпизода, которые заставляют задуматься о некотором философском аспектам оперы, как природа творческого вдохновения и миссии художника в мире («*Интермеццо*», «*Эпилог*»). Взаимодействие героя с *арт-объектом* в ключевые для жанровой трансформации моменты спектакля, перемещает зрителя в иную жанровую плоскость. Таким образом, *жанровая трансформация* приводит к *трансформации сценографического пространства – сценографической «модуляции»*.

После просмотра оперы (первой части проекта-спектакля), во время антракта (перерыва) публика, уже создав себе некий образ (целостную невербальную структуру), производит *определение ситуации*. И перерыв между спектаклями уже принципиально мыслиться публикой, не как перерыв на отдых, а как *часть сквозного драматургического действия*.

Вторая часть спектакля-проекта «МОНО.театр» – балет «*Аллегии*» идейно-философски пронизана образом Главной героини (Любовь), который можно определить через «трансцендентальное» американских романтиков-трансценденталистов XIX столетия, понимавших под этим словом нечто *изначальное, неиспорченное, девственное и близкое к природе*.

Наряду с процессуальностью драматургии, каждая из частей ставит философский вопрос-проблему. Несовершенство и неприятие реального мира («*Пороки*»). Попытки познать мир согласно своей чувственной добродетели (ренессансный гуманизм, «*Добродетели*»). Невозможность познания «чистых идей» (Платон) с помощью чувственного познания («*Пять чувств*»). Познание Бога через активный и созерцательный пути сложной философско-морализаторской системы – ренессансная доктрина о темпераментах («*Темпераменты*»). Трансцендентальное *изначальное* («*Любовь*»). Поиск представления *ценности, как идеала бытия*, поиск фундаментальных принципов и основ бытия, как *ценностного трансцендентализма* (Виндельбанд, Риккерт, «*Искусства*», «*Наука*»). Отрицание существования «мира вещей» (Платон), как временного и изменчивого («*Фортуна*»). И, наконец, переход в *трансцендентное пространство*, мир «чистых идей», эйдосов (Платон, «*Vanitas*»)

В связи с художественной особенностью идейно-философского содержания балета использование *вербальной сценографии* представляется *невозможным*.

Согласно одному из свойств восприятия *осмысленности* – при которой объект идентифицируется по комплексу признаков, за основу был взят *проксимальный стимул* арт-объекта, являющийся невербальным выражением символической концепции первого спектакля – оперы. Который, в свою очередь, воссоздаёт в сознании публики *дистальный стимул*: образ арт-объекта (ромбокубктаэдра).

**Дистальный стимул** (опера) : *арт-объект (фигура ромбокубоктаэдра);*

**Проксимальный стимул** (опера) – «производные» *свето-, видео-проекции арт-объекта. (Арт-объект на сцене).*

**Дистальный стимул** (балет): *воссозданный в сознании образ (целостная невербальная структура) арт-объекта/ромбокубоктаэдра.*

**Проксимальный стимул** (балет): *воссоздающие в сознании образ (целостную невербальную структуру) арт-объекта, «производные»: свето-, видео- проекции,. Без вербального обозначения (отсутствие арт-объекта на сцене).*

1) графический рисунок хореографии;

2) архитектура зала – колонны кулис, визуально ассоциирующиеся с гранями *арт-объекта*;

И, наверно, наиболее яркий аспект:

3) появление (высвечивание) на планшете сцены в начале II номера («Добродетели») одной из граней *ромбокубоктаэдра* (квадрата). Но с визуальным искажением периметра (в виде трапеции). Так, если бы публика видела грань фигуры *арт-объекта* со стороны, в трехмерной проекции (перспективе), как это было в опере.

4) видео- и свето-проекция дорожек: прямых линий, граней *ромбокубоктаэдра*.

Получается, что в балете расширение *сценографического пространства* достигается невербальным «присутствием» *арт-объекта*. И, как доминирующая *идея-символ* он переходит в категорию *трансцендентной пространственной идеи*: эйдоса (Платон).

*Сценографического пространства*, основанное на воссоздании в сознании образа *арт-объекта* на основе *проксимальных стимулов* можно определить, как «**домысленная**» *сценография*.

Таким образом, **трансформация восприятия** является следствием **трансформация жанра** в первой части (опере). А **трансформация сценографического пространства** возникает в следствии метода **воссоздания** целостной невербальной структуры- образа *арт-объекта*, который является главной смысловой и концептуальной идеей-символом всего спектакля-проекта «МОНО.театр».

#### «THE TRANSFORMATION OF SCENOGRAPHIC SPACE PERCEPTION» (by the example of a stage-project "MONO.theatre")

A. Ananiev

Moscow P.I. Tchaikovsky Conservatory, Russia

The stage-project "MONO.theatre" in its theatrical realization offers no scenery and props as they could be realistically imagined. The conceptual idea that fills the niche for the scenery and props turns out to be an *art object*, which unfolds its meaning in the process of interactions with the opera Main character (O.H.). The *Art object* represents an aluminum structure consisting of two parts of a *rhombicuboctahedron*, painted black. The idea of implementing such a creative object within the operatic frames was triggered by the «Portrait of Luca Pacioli» by Jacopo de Barbari (1495-1500). One can see on this painting a *rhombicuboctahedron*, half-filled with water, characterized by a detailed triple reflection effect of the Ducal Palace of Urbino, and suspended from the ceiling. Here the *rhombicuboctahedron* symbolizes the perfect (complete) knowledge of the mathematical three-dimensional space. In the first part of the stage-project "MONO.theatre" (an opera "**Squaring the Circle**") the *art object* (together with and its «derivatives» like video- and light projections) realizes itself both as the main concept of the opera and the *opera genre transformation*. The *art object* symbolizes and synthesizes two ideas: the **noumenon** (mental perception) and the **phenomenon** (sensual perception). The process of *genre transformation* unfolds gradually with the Main character and the *art object* interaction as far as the opera goes. The important stages of this interaction are: a dramatic monologue ("**Prologue**"), an appearance of the instrumentalists (string quartet) in the *scenographic space* ("**Intermedia**"), the conductor's entrance and instrumental theatre episode ("**Recitative**"), an operatic monologue, which is an emotional culmination of the opera ("**Monologue**"), and two final scenes, which give the floor to some philosophical aspects of the opera like the nature of creative inspiration and the artist's mission in the world ("**Intermezzo**", "**Epilogue**"). All these stages invite a spectator in to the entirely different level, where the very *genre transformation* turns out a *transformation of scenographic space*, i.e. "*scenographic modulation*".

Having watched the first part of the project (opera "Squaring the Circle") the audience keeps retaining in memory the non-verbal holistic image of what have been seen and finds itself in the process of spotting the situation during the intermission. So, the ordinary theatre intermission in public perception does not break the whole dramatic action, but rather becomes an indelible part of it.

The second part of the "MONO.theatre" is ballet «**Allegories**», which ideological-philosophical concept is permeated with the image of a Main Heroine (**Love**). This image can be perceived via the usage of «transcendental» idea from the XIX-century American romantics-transcendentalists. What they understood by that word was something *original, unspoiled, pristine, virginal, and close to nature*.

Along with processual drama action all parts of the ballet raise questions in philosophical aspects, which are the following: the imperfection and rejection of the outer world ("**Vices**"); attempt to perceive the world in accordance with one's sensual virtues (i.e. Renaissance humanism idea, "**Virtues**"); the impossibility of knowledge of "pure ideas" (Plato) with the help of cognition ("**The Five Senses**"); the knowledge of God through the active and contemplative ways of philosophical and moral system (the Renaissance doctrine of the temperaments, "**Temperaments**"); transcendental knowledge of love ("**Love**"); the search both for values as the ideal of being and for basic principles and fundamentals of being as *value transcendentalism* (Windelband, Rickert, "**Arts**" and "**Sciences**"); the denial of the existence of the "world of things" (Plato) as temporary and changeable ("**Fortune**"); the transition into the *transcendent space* and the world of "*pure ideas*" (Plato, «**Vanitas**»).

Because of artistic features of the ideological and philosophical content of the ballet the use of *verbal scenography* is impossible.

According to one of the properties of perception *meaning (meaningfulness)* in which the object is identified by a *range of symptoms*, the basis was taken as the *proximal stimulus* of *art object*, which is non-verbal expression

of symbolic conception of the first part (opera). In turn, it recreates *distal stimulus*, which is the opera's art-object (rhombicuboctahedron) repeated in the mind of the spectators.

**Distal stimulus** (opera): art object (figure rhombicuboctahedron);

**Proximal stimulus** (opera): video-, light projections of *art object*;

**Distal stimulus** (ballet): the *art object* image recreated in mind (holistic non-verbal structure);

**Proximal stimulus** (ballet): the way of recreating in mind the *art object* image (holistic non-verbal structure of rhombicuboctahedron):

1) graphic image of choreography;

2) architecture of the hall, i.e. column scenes, visually associated with the *art object* faces;

3) highlighting on the stage in the beginning of the second part of ballet ("**Virtues**") one of the rhombicuboctahedron faces, i.e. *square* but in visually distorted way as *trapezoidal* (as if the audience could see the figure from the three-dimensional image, as it happened in the opera);

4) video-, light projections tracks: straight lines, *art object* (rhombicuboctahedron) faces, etc. Logically, the expansion of *scenographic space* in the ballet is achieved through a *non-verbal "presence"* of the *art object*. As a dominant *idea-symbol* it transforms into another category, which is *transcendent space idea-eidos* (Plato).

*Scenographic space* based on a recreation in mind of the art object image (proximal stimulus) can be called **conjectured scenography**.

Thus, the transformation of perception is a consequence of the genre transformation in the first part of the "MONO.theatre" stage-project (in opera), while the transformation of scenographic space (in ballet) arises from the method of recreation of the holistic non-verbal structure, i.e. the image of art object, which is the main semantic and conceptual idea-symbol of the whole project.

## КОГНИТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ РТУТНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

Андреева О.К.

Медицинская автономная некоммерческая организация «Лечебно-диагностический центр», г. Ангарск,  
Иркутская обл., Россия; [ok.2312@mail.ru](mailto:ok.2312@mail.ru)

Сложившаяся в настоящее время экологическая ситуация, обусловленная воздействиями различных техногенных факторов, социальными механизмами, безусловно, влияет на жизнь и развитие человека, на течение биологических и психофизиологических процессов человеческого организма, на его физическое состояние, общее самочувствие и здоровье людей в целом. Анализ этой взаимосвязи свидетельствует о росте как сосудистых заболеваний: дисциркуляторной энцефалопатии в общей популяции, так и токсических процессов при техногенном производственном воздействии ртути с развитием ртутной интоксикации. Изучение данных вопросов является весьма актуальным в современном видении органического поражения головного мозга и требует детального подхода к диагностике энцефалопатии различного генеза.

**Цель исследования** – детально представить новые диагностические модели, составленные как при клиническом, так и при инструментально-тестовом обследовании, позволяющие проводить диагностику когнитивных нарушений при ртутной интоксикации.

Ртуть – это высокотоксичный металл, обладающий нейротропным действием, вызывает деградацию структур ГЭБ и активирует апоптоз нейронов, глиальных и эндотелиальных клеток сосудов мозга. Цитоархитектические особенности накопления ртути в головном мозге связаны с закономерностями накопления данного металла вблизи структур разрушенного ГЭБ: в области сосудистых сплетений, ствола мозга, в базальных ганглиях гипоталамо-гипофизарной, лимбической систем. При внутриклеточной аккумуляции ртуть депонируется в клетках мозжечка. Таким образом, при проведении экспертной оценки поражения головного мозга при ртутной интоксикации необходимо учитывать: 1. Наличие психоорганического синдрома; 2. Поражение центрального отдела вегетативной нервной системы (головные боли, головокружения, расстройство сна); 3. Расстройств координации, атактических нарушений; 5. Эпилептиформного синдрома. В критерии диагностики когнитивных нарушений входят: нарушение функции памяти (выраженность когнитивных расстройств длительно остается от легкой до умеренной, с прогрессивным нарастанием психастении, психопатии); замедленность скорости мышления; в оценке долговременной памяти – отсутствие временного градиента; нарушение зрительно-пространственных функций; для речевых расстройств характерна аномия, брадилалия; нарушение пространственного мышления и формирования категорий. Для нейропсихиатрических функций характерна повышенная раздражительность, апатия (нарушение личностных характеристик). Часто депрессивное расстройство апатического типа.

## COGNITIVE IMPAIRMENT IN CHRONIC MERCURY INTOXICATION

Andreeva DC

Medical autonomous noncommercial organization "Medical and Diagnostic Center",  
Angarsk, Irkutsk region, Russia.; [ok.2312@mail.ru](mailto:ok.2312@mail.ru)

The current at the moment the ecological situation due to the impact of various anthropogenic factors, social mechanisms, of course, affect the life and development of man, on the course of biological and psycho-physiological processes of the human body, its physical condition, overall health and the health of people in general. Analysis of this relationship indicates growth as the disease: vascular encephalopathy in the general population, as well as toxic technogenic processes in the production of mercury exposure with the development of the mercury intoxication. The study of these issues is very relevant in the modern vision of organic brain damage and requires a detailed approach to the diagnosis of encephalopathy different genesis.

The purpose of research – in detail to introduce new diagnostic model, created both in the clinical and instrumental test at examination, allowing to diagnose cognitive impairment with mercury poisoning.

Mercury – a highly toxic metal having neurotropic activity causes degradation of structures BBB and activates apoptosis of neurons, glial and endothelial cells of blood vessels of the brain. Tsitoarhitekhticheskie features of accumulation of mercury in the brain are associated with patterns of accumulation of metal structures near the destroyed BBB: in the choroid plexus, the brain stem, in the basal ganglia of the hypothalamic-pituitary axis, the limbic system. When the intracellular accumulation of mercury deposited in the cells of the cerebellum. Thus, during the expert assessment of brain damage must be considered when mercury poisoning: 1. Availability of psycho-organic syndrome; 2. The defeat of the central part of the autonomic nervous system (headache, dizziness, sleep disorder); 3. Disorders coordination, atactic disturbances; 5. epileptiform syndrome. The criteria for the diagnosis of cognitive impairment include: impaired memory function (the severity of cognitive impairment is long from mild to moderate, with a progressive increase of psychasthenia, psychopathy); slow speed of thought; in assessing the long-term memory – temporary absence of the gradient; violation of visuospatial functions; for speech disorders characterized by anomie, bradilaliya; violation of spatial thinking and the formation of the categories. For neuropsychiatric features characteristic irritability, apathy (violation of personal characteristics). Often depressive disorder apathetic type.

### **ОЦЕНКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СЛУХОВОГО ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ПСИХОАКУСТИЧЕСКОГО, ПОСТУРОГРАФИЧЕСКОГО И НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИОННОГО (фМРТ) ПОДХОДОВ**

**Андреева И.Г.<sup>1</sup>, Боброва Е.В.<sup>2</sup>, Гвоздева А.П.<sup>1</sup>, Ушаков В.Л.<sup>3</sup>, Орлов В.А.<sup>3</sup>,  
Завьялова В.В.<sup>3</sup>, Карташов С.И.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН. Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup>Институт физиологии им. И.П. Павлова. Санкт-Петербург, Россия;

<sup>3</sup>НИЦ Курчатовский Институт, Москва, Россия; ig-andreeva@mail.ru

Анализ сенсорной информации об окружающих объектах требует согласования афферентных потоков разных сенсорных систем, участвующих в пространственной ориентации. В результате такого согласования и взаимодействия этих информационных потоков восприятие движения в одной модальности может оказывать влияние на оценку движущихся объектов в этой же или других модальностях не только во время стимуляции, но и после нее (Crane, 2013; Deas et al., 2008; Jain et al., 2008; Konkle et al., 2009). Последствие движения сохраняется в течение некоторого времени после адаптации к движению и, по-видимому, отражает инерционность процессов, которые лежат в основе формирования целостного представления об объекте. Целью нашего исследования была оценка продолжительности слухового последствия приближающегося звукового образа с использованием трех методических подходов – психоакустического, постурографического и нейровизуализационного. С помощью первого из них была определена продолжительность слухового последствия при 20 и 60-секундной адаптации к движению. В обоих случаях она составляла около 30 с, достоверных различий в продолжительности последствия при этих длительностях адаптации выявлено не было. На основе этих данных были выбраны временные параметры стимуляции и оценки результатов исследований методами постурографии и нейровизуализации. После 45 с адаптации к движению наблюдали направленные изменения положения центра давления (тренды) в сагиттальной плоскости, которые проявлялись в достоверных различиях ( $p < 0.01$ ) между коэффициентами наклона линейных трендов до стимуляции и в течение 20 секунд после нее. Методом нейровизуализации, что в ряде областей коры головного мозга (right angular gyrus, right precuneus, left middle temporal gyrus, right middle cingulate area) в течение 30 с после окончания стимуляции фМРТ-сигнал сохранялся, после чего возвращался к уровню, наблюдавшемуся до стимуляции. Совпадение во времени процессов, наблюдаемых при трех разных методических подходах, свидетельствует о сложном согласованном характере мультисенсорных адаптаций, формируемых в ответ на движение.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 15-04-02816). Психоакустические и постурографические исследования выполнены на базе ЦКП ИЭФБ РАН.*

### **THE AUDITORY MOTION AFTEREFFECT DURATION ASSESSMENT BY PSYCHOACOUSTIC, POSTUROGRAFIC AND NEUROIMAGING (fMRI) METHODS**

**Andreeva I.G.<sup>1</sup>, Bobrova E.V.<sup>2</sup>, Gvozdeva A.P.<sup>1</sup>, Ushakov V.L.<sup>3</sup>, Orlov V.A.<sup>3</sup>, Zavyalova V.V.<sup>3</sup>, Kartashov S.I.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry RAS, St.Petersburg, Russia;

<sup>2</sup>Pavlov Institute of Physiology RAS, St.Petersburg, Russia; <sup>3</sup>Kurchatov Institute, Moscow, Russia

The analysis of sensory information about the surrounding objects requires coordination of the afferent informational flows of different sensory systems, which participate in spatial orientation. As a result of the coordination and interaction of these informational streams the motion perception in particular modality can affect judgments upon the moving objects in this or another modalities not only during the stimulation but also after it (Crane, 2013; Deas et al., 2008; Jain et al., 2008; Konkle et al., 2009). The motion aftereffect continues during some time after the adaptation to motion, and, apparently, it shows inertness of the processes, which underlie forming the entire image of the object. The goal of our investigation was to estimate duration of the auditory aftereffect of approaching sound image with the help of three methodological approaches – psychoacoustic, posturographic and neuroimaging ones. By the first of them the duration of the auditory aftereffect in case of 20- and 60-second adaptation to motion was assessed. For both values it was about 30 s, there were no significant differences of durations of the effect under conditions of this two adaptation durations. The temporal parameters of stimulation and assessment of the aftereffects in posturographical and neuroimaging parts of the investigation were chosen on the basis of these data. After 45 s of adaptation to motion the slow trends of the center of pressure in sagittal plane were observed: there were the significant differences ( $p < 0.01$ ) between the coefficients of the linear trends before the stimulation and at least during 20 s after it. Neuroimaging data showed that the BOLD-signal in

right angular gyrus, right precuneus, left middle temporal gyrus, right middle cingulate area held during 30 s after the end of stimulation and then returned to the level before stimulation. The concurrency of the processes, which are observed by the three methods, indicates complexity and agreement of multimodality adaptations formed in response to the motion.

*The work is supported by RFBR (grant № 15-04-02816). Psychoacoustic and postural experiments were carried out on the base of Research Resource Center for the physiological, biochemical and molecular-biological research (IEPhB RAS).*

### **СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ** **Антипова Ж.В., Воробьева М.В.**

Московский психолого-социальный университет, Москва, Россия; [antipova553@mail.ru](mailto:antipova553@mail.ru)

Обсуждая современное состояние и перспективы развития педагогики и психологии нельзя не отметить изменения, происходящие в целом в стране, касающиеся детей и семей.

Результатом целенаправленной работы органов и учреждений здравоохранения субъектов Российской Федерации, повышения качества медицинской помощи беременным женщинам, роженицам, новорожденным детям и детям первого года жизни, укрепления материально-технической базы учреждений детства и родовспоможения явилось снижение показателя младенческой смертности в 2015 году в сравнении с 2014 годом на 6,4%.

Вместе с тем, сохраняются негативные тенденции в состоянии здоровья детей и подростков. В сравнении с предыдущим годом отмечается рост общей заболеваемости детей: врожденными аномалиями (пораками развития) – на 2,4%; болезнями нервной системы – на 3,7%.

Все более острой и тревожной остается проблема эпидемии ВИЧ/СПИДа.

На сегодня в Российской Федерации зарегистрировано более 300 тыс. ВИЧ-инфицированных, в том числе более 12 тыс. детей (3,7% всех инфицированных). Диагноз СПИД поставлен 193 детям, из них 125 умерли от СПИДа.

Количество детей, рожденных ВИЧ-инфицированными матерями, составило к 2015 году более 13000, из них более 1000 детей остались в учреждениях родовспоможения.

Остается неблагоприятной ситуация с распространенностью алкогольной зависимости, токсикоманией и наркоманией среди детей и подростков. Численность детей и подростков, состоящих на учете с диагнозом наркомания, на конец 2015 года составила -1,87 тыс. человек, на профилактическом учете с этим же диагнозом состоит – 8,65 тыс. человек.

Вызывает тревогу рост потребления подростками алкоголя: учтено 2,54 тыс. подростков больных алкоголизмом; число, стоящих на профилактическом учете в связи с вредными последствиями употребления алкоголя, достигло на этот же период – 64,4 тыс. человек.

Сохраняется высокий уровень смертности детей от внешних причин, который в 2015 году составил 34,4%, в структуре наибольший удельный вес составляет смертность от транспортных несчастных случаев (28%), в старших возрастных группах (10-18 лет) – от самоубийств (21%).

### **THE STATE OF HEALTH OF CHILDREN POPULATION OF RUSSIA** **Antipova G.V., Vorob'eva M.V.**

Moscow Psychological and Social University, Moscow, Russia;

Discussing the current state and prospects of development of pedagogics and psychology, we must mention the changes occurring in the country and concerning children and families.

The result of purposeful work of health authorities and health agencies of subjects of the Russian Federation, improvement of quality of medical aid to pregnant women, new mothers, newborns and children of first year of life, strengthening the material-technical base of establishments of the childhood and obstetric aid has been a decline in infant death in 2015 in comparison with 2014 is 6.4%.

However, the negative trends in children and teenagers' health are persist. In comparison with the previous year there is an increase in total morbidity of children: congenital anomalies (malformations) – by 2.4%; diseases of the nervous system – by 3.7%.

All the more poignant and disturbing is the problem of HIV/AIDS.

Today the Russian Federation has registered more than 300 thousand HIV-infected, including more than 12 thousand children (3.7% of all infected). The diagnosis of AIDS delivered 193 children, of whom 125 died of AIDS.

The number of children who born to HIV-infected mothers, is more than 13,000 amounted by 2015 and including more than 1,000 children stayed in the obstetric care.

The severe situation with prevalence of alcohol dependence, substance abuse and drug addiction among children and teenagers is remained. The number of children and teenagers who are registered with a diagnosis of drug addiction, at the end of 2015 amounted – 1,87 thousand people, on the preventive account with the same diagnosis is – 8.65 million people.

The increase in the consumption of alcohol is alarming: it is considered to 2.54 thousand teenagers of alcoholics; the number is on the preventive account in connection with harmful effects of alcohol consumption, has achieved for the same period – 64, 4 thousand people.

A high level of children's death from external causes is stored, which was 34.4% in 2015, the largest share is mortality from transport accidents (28%) and in older age groups (10-18 years) – from suicide (21%).

**РЕГУЛЯЦИЯ ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО  $Ca^{2+}$  и ЭКСПРЕССИИ АПОПТОТИЧЕСКИХ БЕЛКОВ ПРИ ЭКСАЙТОТОКСИЧЕСКОМ СТРЕССЕ НЕЙРОНОВ КОРЫ КРЫС.**

**Антонов С.М., Нур М.М.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия, [antonov452002@yahoo.com](mailto:antonov452002@yahoo.com)

В нервной ткани апоптоз является деструктивным процессом и участвует в патогенезе многих нейродегенеративных и психических заболеваний. Анализ экспрессии белков, обеспечивающих развитие различных апоптотических каскадов, с использованием иммуноцитохимии и иммуноблоттинга показал, что активация NMDAR (GluR, активируемых *N*-метил-D-аспаратом) приводила к развитию апоптоза без участия каспаз, за счет прямого действия апоптоз-индуцирующего фактора (AIF) на ядра нейронов. Активация AMPA/KAR (GluR, активируемых кайнатом) сопровождалась развитием апоптоза по каспазо-зависимому пути. Рецепторная специфичность механизмов апоптоза при эксайтотоксическом стрессе открывает возможности поиска новых путей избирательной терапии. Апоптотическая патология не развивалась в том случае, если агонисты предъявляли совместно с 0,1 или 1 нМ убаина, который является селективным ингибитором  $Na^+,K^+$ -АТФазы. При этом паттерн экспрессии основных белков апоптоза (Bcl-2, BAX, P53, Cas-3 и AIF) соответствовал контрольному. Вдобавок субнанолярные концентрации убаина предотвращали увеличение частоты спонтанных возбуждающих постсинаптических токов и накопление внутриклеточного  $Ca^{2+}$ , наблюдаемые в условиях нейротоксического действия агонистов GluR. Наши данные демонстрируют, что в условиях «эксайтотоксического» стресса убаин облегчает выведение  $Ca^{2+}$  из нейронов посредством  $Na^+,Ca^{2+}$ -обменника. Взаимодействие  $Na^+,K^+$ -АТФазы с  $Na^+,Ca^{2+}$ -обменником происходит в мембранных плотиках. Показано также модулирующее влияние  $Na^+,Ca^{2+}$ -обменника на  $Ca^{2+}$ -зависимую десенситизацию NMDAR. Поскольку накопление внутриклеточного  $Ca^{2+}$ , вызываемое активацией GluR и усиленное синаптической активностью, представляет ключевой фактор, запускающий апоптоз, облегчение выведения  $Ca^{2+}$  из клеток устраняет возможность его развития. Антиапоптотические эффекты  $Na^+,K^+$ -АТФазы, по-видимому, не зависят от функции транспорта ионов и инициируются концентрациями убаина, сопоставимыми с концентрациями эндогенных аналогов. Наши данные выявляют новую функциональную роль  $Na^+,K^+$ -АТФазы и  $Na^+,Ca^{2+}$ -обменника в регуляции нейропротекции.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 14-04-00227.*

**REGULATION OF EXTRACELLULAR  $Ca^{2+}$  AND APOPTOTIC PROTEINS DURING EXCITOTOXIC STRESS OF RAT CORTICAL NEURONS.**

**Antonov S.M., Nur M.M.**

I.M. Sechenov institute of evolutionary physiology and biochemistry of the Russian academy of sciences, Saint-Petersburg, Russia, [antonov452002@yahoo.com](mailto:antonov452002@yahoo.com)

In the neuronal tissue apoptosis represents a distractive process and contributes in the pathogenesis of many neurodegenerative and psychiatric disorders. Expression analysis of proteins involved in different apoptotic cascades using immunocytochemistry and immunoblotting demonstrated that an activation of NMDARs (GluR, which are activated by *N*-methyl-D-aspartate) caused apoptosis, developing by the Cas-3-independent cascade, by means of direct release of apoptosis inducing factor (AIF) from mitochondria and its action on nuclei. An activation of AMPA/KAR (GluR, which are activated by kainate) was followed by apoptosis developing by the caspase-3-dependent mechanism. The receptor specificity of apoptosis pathways during excitotoxic stress, induced by selective GluR agonists – NMDA and kainate – may disclose a new avenue in selective therapy. Apoptotic injury was completely prevented when the agonists were applied together with 0.1 or 1 nM ouabain, a specific ligand of the  $Na^+,K^+$ -ATPase cardiac glycoside binding site. Under these particular conditions the main apoptotic protein (Bcl-2, BAX, P53, Cas-3 and AIF) expression pattern well coincided to those found in control. In addition, subnanomolar concentrations of ouabain prevented the increase of spontaneous excitatory postsynaptic current's frequency and the intracellular  $Ca^{2+}$  overload induced by excitotoxic insults. Our data suggest that during excitotoxic insults ouabain accelerates  $Ca^{2+}$  extrusion from neurons via the  $Na^+,Ca^{2+}$ -exchanger. Interaction between  $Na^+,K^+$ -ATPase and  $Na^+,Ca^{2+}$ -exchanger occurs inside the membrane rafts.  $Na^+,Ca^{2+}$ -exchanger in addition is involved in regulation of  $Ca^{2+}$ -dependent desensitization of NMDARs. Because intracellular  $Ca^{2+}$  accumulation caused by the activation of glutamate receptors and boosted synaptic activity represents a key factor in triggering neuronal apoptosis, up-regulation of  $Ca^{2+}$  extrusion abolishes its development. These antiapoptotic effects are independent of  $Na^+,K^+$ -ATPase ion transport function and are initiated by concentrations of ouabain that are within the range of an endogenous analog, suggesting a novel functional role for  $Na^+,K^+$ -ATPase and  $Na^+,Ca^{2+}$ -exchanger in neuroprotection

*This work was supported by RFBR grant # 14-04-00227.*

**А.М.КАШПИРОВСКИЙ: «ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА – ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ФАБРИКА»**

**Л-И. Антонова**

журналист, Член международного союза журналистов, автор книг «Человек родился», «Такая разная медицина». Москва, Россия, [imantanova@yandex.ru](mailto:imantanova@yandex.ru)

31 марта 1988 г. впервые в мире по телемосту Москва-Киев было проведено дистанционное обезболивание хирургической операции – резекции молочной железы. Дистанционное обезболивание проводил доктор А.М. Кашпировский. Телемост – обезболивания операции – стал возможен при поддержке и участии врача-онколога академика Н.М. Бондаря и доктора медицинских наук, профессора В.М. Королева.

Операция прошла успешно. В процессе телемоста гипноз не применялся. Пациентка была в сознании. Вмешательство анестезиолога тоже не понадобилось.

Уже через год, 2 марта 1989 г., по телемосту Киев-Тбилиси врач А.М. Кашпировский решился на дистанционное обезболивание двух сложных полостных операций. Оперировал пациенток хирург, Г.Д. Иоселиани, член-корреспондент АМН СССР, почетный директор Тбилисского НИИ экспериментальной и клинической хирургии им. Академика Эристави.

«Как Вы решились на такой «эксперимент?», – спросила я академика. «Я много разговаривал с Анатолием Михайловичем, видел предыдущие его работы по дистанционному обезболиванию. Мне показалось перспективным его, убеждение – в организме человека есть все, чтобы быть здоровым. Вся таблица Менделеева.

В своей работе постараюсь подробно рассказать не только об уникальных телемостах по обезболиванию сложных операций, но и об опыте врача Кашпировского, методике, которую он применял во время дистанционного обезбоживания. Много раз присутствовала на его сеансах, говорила на эту тему со многими авторитетами медицинской науки и практики. Их мнения и суждения о необычном применении дистанционного наркоза, методике лечения в полном объеме представлены в докладе. Интересны, на мой взгляд, высказывания М.Г. Айрапетянца, и Л.А. Бокерии, и П.В. Симонова, Е.И. Чазова, В.И. Бураковского...

Своей работой мне хотелось не просто рассказать о враче, рискнувшем свои знания применить на практике таким необычным способом, думаю рано еще ставить точку в этой истории. Именно сегодня, золотом, XXI веке для медицины, могут открыться неожиданные грани этих работ доктора из г. Винницы. Каким образом Кашпировский воздействует на пациента? Что происходит в его организме и в организме пациента во время сеанса обезбоживания?

Надеюсь, эта тема будет интересна? Тогда приглашаю вас к разговору.

### **A.M. KASHPIROVSKY: «HUMAN BODY IS PHARMACEUTICAL FACTORY»**

**L.I. Antonova**

the journalist, the member of International Federation of Journalists – (IFJ), the author of the books «Man is born», «Such a different medicine», Moscow, Russia

March 31, 1988 for the first time in the world during the teleconference "Moscow-Kiev" a remote anesthesia using surgical resection of breast cancer was performed by the doctor A.M.Kashpirovsky.

The teleconference of anesthetizing an operation was made possible with the support and participation of the oncologist, academician N.M. Bondar, and the doctor of medical sciences, professor V.M. Korolev.

The operation was effective.

During the teleconference hypnosis is not used. The patient was conscious. It did not take anesthesiologist intervention.

One year later, March 2, 1989 by teleconference "Kiev-Tbilisi" a doctor A.M. Kashpirovsky ventured into remote anesthesia two complex abdominal operations.

G.D. Ioseliani operated on patients, who is the corresponding member of the Academy of Medical Sciences of the USSR, honorary director of the Eristavi Tbilisi Institute of Experimental and Clinical Surgery Surgeon.

How have you decided on this "experiment?" – I asked academician.

I have talked a lot with him, seen his previous reports on remote anesthesia. I thought his conviction was promising. The human body has everything to be healthy. There is the whole periodic table in it.

In my report I will try to describe in detail not only the unique teleconferences of anesthetizing the complex operations, but also about the experience of the doctor Kashpirovsky, the method that he used during the remote anesthesia.

Many times I attended his séances, talked on this subject with many authorities of medical science and practice.

Their views and opinions about the unusual use of remote anesthesia, the method of treatment are presented in full in the report.

I think the statements of M.G. Ayrapetyants, L.A. Bokeria, P.V. Simonov, E.I. Chazov and V.I. Burakovsky are interesting.

I would not just talk about the doctor in my report, who risked to apply their knowledge in practice, in such an unusual way. I think is too early to put an end to this story.

It is today – in the 21st century, the golden one for medicine – that the unforeseen aspects of these works by the doctor from the town of Vinnitsa might be revealed.

In what way does Kashpirovsky influence the patient? What is happening in his organism and in his patient's organism during the anesthetization séance?

I hope the subject will be interesting? In this case, I invite you to join in.

### **ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА У СТУДЕНТОВ**

**Антропова Л. К.<sup>1,2</sup>, Куликов В.Ю.<sup>1</sup>, Осинцева А.А.<sup>2</sup>, Козлова Л.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия; <sup>2</sup>ГБОУ ВПО Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия, *doc.alk@mail.ru*

Сведения о гендерных различиях эмоционального интеллекта противоречивы. Представляло интерес оценить гендерные особенности эмоционального интеллекта (ЭИ) студентов и его связь с латеральным профилем. В исследовании приняли участие 128 студентов (30 мужчин и 98 женщин) 17-24 лет (средний возраст 19±0,65 года). Используются методики определения функционального сенсомоторного профиля (набор проб, выявляющих ведущую руку, ногу, глаз, ухо), функциональной межполушарной асимметрии («Типология 2» Е.С. Жариков, А.Б. Золотов), уровня эмоционального интеллекта (Н. Холл, русскоязычная версия опросника эмоционального интеллекта К. Барчард).



Результаты исследования. Сравнительный анализ показателей ЭИ (t-критерий Стьюдента) выявил средний уровень сформированности ЭИ у большинства испытуемых и более высокий уровень показателей ЭИ у женщин по сравнению с мужчинами ( $p=0,000$ ). В группу с высоким уровнем ЭИ входили женщины, а в группе с низким – преобладали мужчины (72%). Выявлены также гендерные особенности структуры ЭИ: значительно высокий уровень контроля эмоций у юношей по сравнению с девушками ( $p=0,001$ ); однако позитивная ( $p=0,004$ ) и негативная ( $p=0,000$ ) экспрессия, роль эмоций в принятии решения ( $p=0,000$ ), большие способности к эмпатии ( $p=0,003$ ) и сопереживание радости ( $p=0,002$ ) и несчастья ( $p=0,000$ ) свойственны девушкам и в меньшей степени — юношам. То есть высокая эмоциональная реактивность и отзывчивость характерна для женщин. Кроме того, у женщин выявлен значительно высокий средний показатель правополушарной (ПП) асимметрии нежеле у мужчин ( $p=0,013$ ). С помощью корреляционного анализа показаны статистически значимые положительные взаимосвязи ЭИ с латеральными показателями индивидов с ПП *асимметрией*: у женщин отмечены положительные корреляционные связи с правым ( $r=0,372$ ;  $p=0,05$ ) и левым ( $r=0,318$ ;  $p=0,05$ ) полушариями; у мужчин – с левым полушарием ( $r=0,972$ ;  $p=0,05$ ). В группе *амбидекстров* мужчин также выявлена положительная связь ЭИ с латеральными показателями асимметрии: с левым ( $r=0,574$ ;  $p=0,05$ ) и правым ( $r=0,540$ ;  $p=0,05$ ) полушариями. У студентов с *левополушарной* асимметрией анализ не проводился.

Полученные данные указывают на более высокий уровень эмоционального интеллекта женщин, гендерные различия в структуре ЭИ, особенности взаимосвязи ЭИ с латеральными показателями полушарий мозга у мужчин и женщин и необходимость учитывать эти психофизиологические особенности личности в профилактике и психокоррекции различных состояний индивида, находящегося в трудных жизненных ситуациях.

### GENDER FEATURES OF EMOTIONAL INTELLIGENCE STUDENTS

Antropova L. K.<sup>1,2</sup>, Kulikov V.YU.<sup>1</sup>, Osintseva A.A.<sup>2</sup>, Kozlova L.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GBOU VPO Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia;

<sup>2</sup>GBOU VPO Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia, [doc.alk@mail.ru](mailto:doc.alk@mail.ru)

Data on gender differences of emotional intelligence contradictory. It was interesting to learn the gender characteristics of emotional intelligence (EI) of students and its connection parameters with the lateral profile. The study involved 128 students (30 men and 98 women), 17-24 years (mean age  $19,0 \pm 0,65$  years). The methodology used to determine the functional sensorimotor profile (a set of samples to identify the leading hand, foot, eye, ear), functional hemispheric asymmetry ("Typology 2" ES Zharikov, AB gold), the level of emotional intelligence (N. Hall, Russian version of the questionnaire of emotional intelligence K. Barchard).

**Results of the study.** Comparative analysis of EI (t-Student test) showed an average level of formation of EI in most subjects, and a higher level of performance of EI among women than men ( $p = 0,000$ ). The group with high EI were women, and a group of low male-dominated (72 %). Also identified gender-specific structures and: a significantly higher level of control of emotions among boys than girls ( $p = 0,001$ ); However, the positive ( $p = 0,004$ ) and negative ( $p = 0,000$ ) expression, the role of emotions in decision making ( $p = 0,000$ ), greater capacity for empathy ( $p = 0,003$ ) and empathy joy ( $p = 0,002$ ) and distress ( $p = 0,000$ ) peculiar to girls and to a lesser extent – the young men. That is, high emotional reactivity and responsiveness characteristic of women. In addition, the women revealed significantly higher average hemisphere RH asymmetry than males ( $t = -2,525$   $p = 0,013$ ). Correlation analysis showed a statistically significant positive relationship with EI lateral performance of individuals with RH asymmetry: women marked positive correlation with the right ( $r = 0,372$ ;  $p = 0,05$ ) and right ( $r = 0,318$ ;  $p = 0,05$ ) hemispheres; men – left hemisphere ( $r = 0,972$ ;  $p = 0,05$ ). Under Ambidexterity men also found a positive relationship with EI lateral asymmetry of performance: on the left ( $r = 0,574$ ;  $p = 0,05$ ) and right ( $r = 0,540$ ;  $p = 0,05$ ) hemispheres. A student with left-hemispheric asymmetry of the analysis was not performed.

The findings indicate a high level of emotional intelligence of women, gender differences in the structure of EI, particularly the relationship EI lateral indicators hemispheres of the brain in men and women and the need to take into account the physiological characteristics of the person in the prevention and therapy of various states of the individual in difficult situations.

### РАЗЛИЧИЯ МОЗГОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА У СУБЪЕКТОВ С АНАЛИТИЧЕСКИМ И ХОЛИСТИЧЕСКИМ КОГНИТИВНЫМИ СТИЛЯМИ ПРИ ИНДИВИДУАЛЬНОМ, КОНКУРЕНТНОМ И КООПЕРАТИВНОМ ПОВЕДЕНИИ

Апанович В.В.<sup>1</sup>, Безденежных Б.Н.<sup>2</sup>, Александров Ю.И.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Государственный Университет Гуманитарных Наук, Москва, Россия;

<sup>2</sup> Институт Психологии РАН, Москва, Россия, [apanovitschvv@yandex.ru](mailto:apanovitschvv@yandex.ru)

В исследовании с регистрацией ЭЭГ изучались психофизиологические различия при выполнении задачи выбора между испытуемыми (N=79) из групп холистов и аналитиков в ситуациях индивидуального поведения, конкуренции и кооперации (испытуемые работали в парах). Нами сопоставлялись как результаты испытуемых по всей выборке, так и две контрастные группы, максимально отличающиеся по аналитичности-холистичности. Группа аналитиков формировалась как множество субъектов до 20 процентиля по методике АНС (N=15), а группа холистов – множество субъекты выше 80 процентиля (N=16). Анализировалось время ответа и физиологические показатели, связанные с процессом принятия решения: амплитуда P300 и латентный период (л.п.) пика P300.

Было показано, что в ситуации конкуренции у аналитиков выше амплитуда P300, чем у холистов. В ситуации кооперации у холистов амплитуда P300 выше, чем у аналитиков.

Были проанализированы дисперсии зарегистрированных показателей при вовлечении каждой из групп в три экспериментальные ситуации. Для группы аналитиков было выявлено небольшое количество различий в гомогенности. Для холистов были обнаружены как поведенческие, так и физиологические (и для

амплитуды P300, и для л.п. P300) различия дисперсий. Число различий, выявленных у холистов, достоверно превышает таковое у аналитиков (точный двусторонний тест Фишера,  $p=0.006$ ).

На основе анализа амплитудных показателей P300 (амплитуда P300 больше в индивидуальной серии по сравнению и с конкуренцией, и с кооперацией) было показано, что и для холистов, и для аналитиков больше домен индивидуального опыта по сравнению с доменами конкуренции и кооперации (индивидуальное поведение рассматривается как форма коллективного, имплицитно включающая в себя и элементы конкуренции, и элементы кооперации).

На основе анализа л.п. (который интерпретировался как сложность принятия решения) было показано, что для холистов более простой является ситуация кооперации, а для аналитиков – конкуренции. Это согласуется с представлениями Кирдиной и Александрова об институциональных матрицах и типах ментальности.

*Работа поддержана РФНФ (проект № 14-26-18002). Работа выполнена в рамках исследовательской программы Ведущей научной школы РФ "Системная психофизиология" (НШ-9808.2016.6).*

### **DIFFERENCES OF THE BRAIN ACTIVITY DURING PERFORMANCE OF A "CHOICE REACTION TIME" BETWEEN SUBJECTS WITH ANALYTIC AND HOLISTIC COGNITIVE STYLES IN INDIVIDUAL, COMPETITIVE AND COOPERATIVE BEHAVIOR**

**Apanovich V.V.<sup>1</sup>, Bezdenezhnykh B.N.<sup>2</sup>, Alexandrov Y.I.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> State Academic University of Humanitarian Sciences, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia, apanovitschvv@yandex.ru

The study was conducted with EEG-registration. We researched psychophysiological differences of the "choice reaction time" task between the holistic and analytic subjects (ss) (N=79) in situations of individual behavior, competition and cooperation (ss were performing a task in pairs). We have compared the results of subjects from the entire sample and two contrasting groups, the most different of Analytic-Holistic thinking (the most similar individuals were excluded from the analysis). The group of analysts was formed as a multitude of subjects to 20 percentile on the AHS-test (N=15) and a group of holists – as a multitude of subjects above 80 percentile (N=16). We analyzed response time (RT) and physiological parameters of the decision-making process: the P300 amplitude and latent period (l.p.) of the peak of the P300.

It has been shown that in a situation of competition, amplitude P300 of analytics group is more than amplitude P300 of holistic group. In a situation of cooperation among holists the amplitude of the P300 is more than analysts amplitude.

We analyzed the variance of the registered variable in each group in the three experimental situations. For a group analytics has been identified a small amount of differences in homogeneity. For holistics were found behavioral and physiological (for the P300 amplitude, and l.p. of P300) differences. The number of differences, identified in holistic group, significantly higher than analysts (two-sided exact Fisher test,  $p=0.006$ ).

Based on the analysis of P300 amplitude (the amplitude of the P300 is more in individual series than competition and cooperation), it was shown that individual domain for both groups is more than competition and cooperation domains (individual behavior is considered as a form of collective, implicitly includes the elements of competition and elements of cooperation).

Based on the analysis of l.p. (which is interpreted as the complexity of decision making) it was shown that the situation of cooperation is more simple for holists, and for analysts – competition. This is consistent with the views of Kirdina and Alexandrov on the institutional matrices and the types of mentality.

*Supported by RFHR №14-26-18002. The study is performed within the research programme of one of the Leading Scientific Schools of Russian Federation "System Psychophysiology" (НШ-9808.2016.6).*

### **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ВЫЯВЛЕНИЯ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ**

**Аракелян М. А.**

Ереванский государственный университет, факультет биологии, кафедра физиологии человека и животных, Ереван, Армения, madarakel84@gmail.com

В настоящее время имеются многочисленные публикации, в которых предлагаются различные подходы по выявлению одаренных детей. Вместе с тем, сегодня является очевидным, что по отдельности предлагаемые подходы не являются достаточно эффективными. Поэтому для решения этой проблемы представляется актуальной разработка новых комплексных подходов.

Наши исследования проводились в Армянском Национальном Лицее имени Анания Ширакаци, поскольку этот образовательный комплекс ориентирован на обучение детей с высокими академическими способностями. Было использовано 2 подхода – двухуровневое тестирование и метод экспертной оценки.

В первом подходе для первого уровня тестирования использовался культурно свободный IQ тест Кеттелла, согласно которому ученики были разделены на три группы, имеющие средние, выше среднего и высшие IQ показатели, соответственно. Те ученики, которые по тесту Кеттелла набрали показатель IQ равный 130 и выше, принимали участие в тестировании второго уровня. На этом уровне тестирования оценивались интеллектуальные способности по тесту Векслера (The Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised (WISC-R)), креативные способности по тесту креативности П. Торранса «Закончи рисунок» и диагностику учебной мотивации Калинина Н.В., Лукьянова М.И..

Параллельно с этим диагностическим работам для всех испытуемых проводилось наблюдение за их поведением, оценивались личностные характеристики, особенности межличностных отношений, проводились разговоры с детьми, а также разговоры с преподавателями и родителями (при необходимости проводилось также и их тестирование), фиксировались результаты олимпиад и особые награды. В результате проведенных исследований из 300 школьников было выявлено только 15 одаренных.

Учитывая ограниченность тестовых отборов, основой второго этапа исследования могут послужить экспертные оценки, даже если ребенок имеет среднюю или результаты ниже среднего, учебные проблемы

и т.д. Учителя, психологи, педагоги, администрация предъявляют запросы относительно конкретного ребенка, для того, чтобы проводилось полное исследование.

Предлагаемый комплексный подход позволяет с одной стороны нивелировать ограниченность тестовых отборов вместе с тем контролировать фактор субъективности в проводимых исследованиях. Проведенные лонгитюдные исследования ясно показали, что школьники могут иметь серьезные учебные и поведенческие проблемы, иметь низкие результаты по тестам, быть незамеченными, однако, тем не менее считаться одаренными детьми.

### **COMPREHENSIVE APPROACH TO IDENTIFYING GIFTED CHILDREN**

**M.A. Arakelyan**

Yerevan State University, Faculty of Biology, Department of Human and Animal Physiology, Yerevan, Armenia,  
[madarakel84@gmail.com](mailto:madarakel84@gmail.com)

Currently, there are numerous publications available which offer various approaches to identifying gifted children. However, today, it is obvious that the proposed standalone approaches are not sufficiently effective. Therefore, to solve this problem it seems urgent to develop new comprehensive approaches.

Our research was conducted in Anania Shirakatsi Armenian National Lyceum, since this education complex focused on the education of children with high academic abilities. Two approaches were used: two-level testing and expert evaluation method.

In the first approach, for the first level testing, Cattell Culture Fair IQ test has been used, according to which the students were split into three groups, with the average, above average and higher IQ scores respectively. Those students whose IQ score by Cattell test was 130 and above participated in the second level testing. At this level of testing, intellectual abilities were evaluated by Wechsler Adult Intelligence Scale (The Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised (WISC-R)), and creative abilities by the creativity test of P. Torrance "complete the picture" and diagnose of the learning motivation by Kalinin NV, Lukyanov M.I..

In parallel with these diagnostic works for all those being tested, there was a control over their behavior, personal characteristics especially interpersonal relations were assessed, there were talks with the children, as well as conversations with teachers and parents (if necessary, they have undergone testing as well), the results of the Olympiads and special awards were recorded. As a result of the research only 15 gifted students were identified from 300 students.

Given the limited testing samples, the expert evaluation may serve as a basis for the second phase of the research, even if the child has an average or below-average results, learning problems, etc. Teachers, psychologists, pedagogues, administration send requests for the specific child in order to pursue complete research.

The proposed comprehensive approach, on the one hand, allows neutralizing the limited testing samples and together with that, controlling the factor of subjectivity in the conducted researches. Conducted longitudinal studies have clearly shown that students can have serious learning and behavioral problems, have poor performance on tests, be unnoticed, nevertheless be considered gifted children.

### **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ И АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ К ОБУЧЕНИЮ**

**Арефьева А.В., Фатеева Н.М.**

Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия, [fateevanm@yandex.ru](mailto:fateevanm@yandex.ru)

Успешность адаптации студентов к обучению в вузе зависит от эффективности механизмов регуляции центральной нервной системы, в частности, от способа переработки информации мозгом. Исследованиями ряда ученых установлено, что правое полушарие более автономно по сравнению с левым, обеспечивает деятельность эндокринных желез, иммунитет (Каменская и др., 1976). Доминирование правого полушария и смешанные латеральные фенотипы обеспечивают эффективную адаптацию к экстремальным климато-географическим условиям (Леутин и др., 2007).

Цель данного исследования явилось установление связи между индивидуальными профилями латерализации мозга и эффективностью физиологической адаптации студентов к учебному процессу.

Нами определены профили функциональной асимметрии мозга студентов педагогических направлений подготовки. Рассчитаны индивидуальные коэффициенты функциональной асимметрии.

Результаты исследования показали, что у большей части обследованных общий профиль функциональной асимметрии смешанный (сочетание правых моторных или сенсорных профилей с левыми) (Брагина, Доброхотова, 1988). Неполное доминирование левого полушария отмечено у 75,8% студентов. Доминирование правого полушария – у 14% студентов. Примерно 10,2% обучающихся – амбидекстры, у них не выявлено предпочтений в ведущем полушарии ни для сенсорных, ни для моторных функций. Среди этой категории студентов примерно у половины обнаружено скрытое левшество. При ведущей левой руке (большинство моторных тестов – левые), для письма они используют правую руку. Нами выявлено совпадение ведущего полушария и моторного профиля латерализации мозга у 60% обследованных студентов, сенсорного профиля – у 5,8%.

Таким образом, сравнительный анализ индивидуальных профилей латерализации и функциональных показателей, характеризующих процессы адаптации к учебному стрессу, у обследованных студентов позволил заключить, что, у студентов, имеющих смешанный профиль латерализации мозга, механизмы адаптации более устойчивы. Студенты с доминирующим левым полушарием и правыми моторными и сенсорными пробами, имели большее отклонение от нормы показателей кардиореспираторной системы. В целом, функциональные возможности систем дыхания и кровообращения обследованных студентов отражают умеренное напряжение механизмов регуляции.

## THE FUNCTIONAL ASIMMETRY AND THE ADAPTATION OF STUDENTS TO EDUCATIONAL PROCESS

Arefyeva A.V., Fateeva N.M.

Tyumen State University, Tyumen, Russia, [fateevanm@yandex.ru](mailto:fateevanm@yandex.ru)

The success of student's adaptation to educational process depends on the efficiency of processes of regulation of the Central nervous system, and, particularly, on the way a brain converts the information. It was found out that the right hemisphere is more autonomously provides the activity of the endocrine glands than the left one (Kamenskaya et al., 1976). The dominance of the right hemisphere and lateral mixed phenotypes provide an effective adaptation to extreme climate and geographical conditions (Leutin et al., 2007).

The purpose of this research is to find out the affiliation between the individual profiles of brain lateralization and the efficiency of student's adaptation to educational process.

We have identified profiles of functional brain's asymmetry of the pedagogical specialties students. Individual indexes of the asymmetry were also calculated.

The results showed that the profile of functional asymmetry of the most part of the respondents is mixed (combination of right motor profiles or sensory profiles with the left motor profiles). The 75,8% of students have incomplete dominance of the left hemisphere. The dominance of the right hemisphere – 14%. About 10,2% of students are ambidexters. They don't have preferences in the leading hemisphere neither of sensor nor of motor functions. About half of ambidexters has hidden left-handedness. They use their right hand for the writing despite the leading left hand. We found out that 60% of students have the congruence between leading hemisphere of the brain and motor lateralization Profile, meanwhile with sensor profile only 5,8% of students.

In conclusion, comparative analysis of individual profiles of lateralization and functional indicators characterizing the processes of adaptation to educational stress among surveyed students allows us to conclude, that students with mixed profile of brain lateralization have more stable mechanisms of adaptation. Students with a dominant left hemisphere and right motor and sensor assays had more abnormal indicators of the cardiorespiratory system. Generally, functional abilities of the respiratory and circulatory systems among surveyed students reflect a medium tension of regulation's mechanisms.

## АКТИВНОСТЬ ГЛУТАМАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В НЕКОТОРЫХ СТРУКТУРАХ МОЗГА БЕЛЫХ КРЫС НА ФОНЕ ТОТАЛЬНОГО БЕЛКОВОГО И ВИТАМИННОГО ГОЛОДАНИЯ

Аскеров Ф.Б., Абасова Б.Р.

Институт физиологии им. А.И.Караева НАНА, Баку, Азербайджан, e.mail:[fbaskerov@box.az](mailto:fbaskerov@box.az).

Особенностью метаболизма глутамата в нервной ткани является его тесная связь с интенсивно-функционирующим в этом органе циклом трикарбоновых кислот (ЦТК), что позволяет считать его промежуточным продуктом энергетического метаболизма. Известно, что 70% меченой глюкозы приходится на долю глутамата и его производного  $\alpha$ -кетоглутарата, которые могут превращаться в глутамат путем прямого восстановительного аминирования глутаматдегидрогеназой (ГДГазой) или путем переаминирования с образованием  $\text{NH}_3$ . Целью данной работы являлось определение активности ГДГазы в структурах мозга на фоне белкового и витаминного голодания.

При 20 дневном безбелковом питании активность фермента в гипоталамусе (Г) падает ниже контрольного уровня и составляет 86%, в сенсомоторной коре (СМК) повышается до – 170%, в то время как в орбитальной коре (ОК) и лимбической коре (ЛК) снижается до контрольного уровня. При 30-дневном безбелковом питании активность фермента в СМК повышается – до 205%, в ЛК – до 118%, в ОК – до 235%, а в Г – до 166% по сравнению с контрольными. Такое состояние фермента мы связываем с тем, что на фоне углеводного типа питания потребность нейрона в глутаминовой кислоте обеспечивается активным участием фермента ГДГазы который из  $\alpha$ -кетокислот синтезирует большинство заменимых аминокислот, в основном глутаминовую кислоту.

При 20-ти и 30-ти дневном безвитаминном питании активность ГДГазы в митохондриальной фракции повышается соответственно в ОК – до 151% и 130%, а в остальных структурах существенно снижается: в СМК до 54,6% и 72,3%, в ЛК до 46,4% и 88,4%, в Г – до 28,0% и 33,8% по сравнению с контролем. Относительно высокую активность ГДГазы в ОК мы связываем с ее морфофункциональной особенностью. Как ассоциативная кора, ОК легко переключается на альтернативный метаболический источник энергообеспечения. Заметное уменьшение в других структурах активности ГДГазы, на фоне дефицита витаминов, непосредственно связано с уменьшением активности ферментных систем NAD/NAD $\cdot$ H зависимых дегидрогеназ аэробного гликолиза.

Таким образом, анализ полученных данных свидетельствуют о том, что на фоне углеводного типа питания витамины играют ключевую роль в сохранении каталитической активности ГДГазы и витаминов с вовлечением альтернативных механизмов энергообеспечения из углеводных и белковых внутриклеточных метаболитов нервной ткани.

## GLUTAMATEDEHYDROGENASE ACTIVITY IN SOME BRAIN STRUCTURES OF WHITE RATS ON BACKGROUND OF TOTAL PROTEIN AND VITAMIN DEFICIENCY

Askerov F.B., Abasova B.R.

NAS of Azerbaijan, Institute of Physiology n.a. A.I.Qarayev. AZ1100, Azerbaijan Republic,  
Bakı city., Shariphzadeh street 2., e-mail: [fbaskerov@box.az](mailto:fbaskerov@box.az).

Peculiarity of metabolism of glutamate in nerve tissue is its close relation to the intense functioning in this tissue the citric acid cycle (CAC), which allow to consider it an intermediate product of energy metabolism. It is known that 70% of labeled glucose refers to glutamate and its derivative  $\alpha$ -ketoglutarate, which can be converted into glutamate by direct reductive amination of glutamatedehydrogenase (GDGase) or by transamination with formation of  $\text{NH}_3$ . The aim of this study was to determine GDGase activity in the brain structures on the background of protein and vitamin deficiency.

Under 20 day protein-free diet enzyme activity in the hypothalamus (H) falls below the control level and is 86%, in the sensorimotor cortex (SMC) it is raised to – 170%, while in the orbital cortex (OC) and limbic cortex (LC) it reduces to the control level. In 30-day protein-free feeding enzyme activity in the SMC increased – up to 205%, in the LC – up to 118%, in the OC to 235%, and in the H to 166% compared to control. This state of the enzyme is attributed to the fact that against the background of the type of carbohydrate food need of the neuron in the glutamic acid is provided by the active participation of the enzyme GDGase that of  $\alpha$ -keto acids synthesizes most of the essential amino acids, mainly glutamic acid.

Under 20 and 30-days on the background of vitamin deficiency GDGase activity increases in mitochondrial fractions correspondingly in OC – up to 151% and 130%, and appreciably decreases in the other structures: in the SMC to 54.6% and 72.3%, in the LC to 46.4% and 88.4%, in the H – 28.0% and 33.8% compared with the control. Relatively high activity of GDGase in the OC we associate with its morphological and functional feature. Like associative cortex, the OC easily switch over to an alternative metabolic source of energy-supply. Appreciable decrease in the GDGase activity in the other structures on background of vitamin deficiency is directly decreases in the activity of enzyme systems NAD/NAD $\cdot$ H dependent dehydrogenases of aerobic glycolysis.

Thus, the analysis of the data argue that, on background of carbohydrate food vitamins accomplish dominant part in preservation of the catalytic activity of the GDGase and vitamins involving alternative mechanisms of energy supply from carbohydrate and protein intracellular metabolites of the nervous tissue.

### **МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЕЙ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОГО ДЕФИЦИТА ВИТАМИНА В<sub>6</sub>**

**Аскеров Ф.Б., Абушов Б.М., Азимова А.М., Кадымова С.О., Ибрагимова С.А., Юнусова В.Р., Абасова Б.Р.**

Институт физиологии им. А.И.Караева НАНА, Баку, Азербайджан, [fbaskerov@box.az](mailto:fbaskerov@box.az).

Витамины группы В, обладая нейротропным эффектом находят широкое применение в клинике при лечении различных заболеваний центральной нервной системы (ЦНС) (Старчина Ю.А., 2009). Среди них особое значение имеет витамин В<sub>6</sub>, участвующий в регуляции внутриклеточных обменных процессов связанных с синтезом и обменом аминокислот, катаболизмом и транспортом белков, в глюконеогенезе, глюконеогенезе, гликолизе, синтезе моноаминов, ГАМК, гемоглобина, липидов, глюкозы и т.д. (Combs G.F., 2008). В виде пиридоксил-5-фосфата витамин В<sub>6</sub> участвует в регуляции активности более 100 ферментов, в том числе трансаминирования и декарбоксилирования аминокислот, транскрипции генов (Mooney S., 2009).

20 суточный дефицит витамина В<sub>6</sub> (ДВВ<sub>6</sub>) в пище 3-х месячных белых крыс сопровождается незначительным снижением активности моноаминоксидазы (МАО) «А» типа и активности глутаматдегидрогеназы (ГДГаза) в гипоталамусе, сенсомоторной и лимбической коре и умеренным повышением содержания среднемoleкулярных пептидов (СМП), снижением количества гемоглобина (Hb) и эритроцитов в крови подопытных животных (Аскеров Ф.Б. и др., 2015). Морфологические изменения носят в основном репаративный характер. Количество нейронов с дистрофическими изменениями были незначительны.

При 30 суточном ДВВ<sub>6</sub> в пище, активность ГДГазы еще более снижается, изменения же МАО «А» в структурах мозга носили противоположный характер; в корковых структурах наблюдали активацию фермента, в гипоталамусе подавление. Количество же Hb и эритроцитов оставалось в пределах нормы. Такое состояние гемоглобина и эритроцитов связано с подключением авторегуляторных механизмов на уровне костного мозга. Сохранение показателей крови, возможно, связано с имеющимися в составе пищи жирорастворимыми витаминами, которые способствуют повышению экспрессии генов ЦНС и костного мозга. Количество нейронов с дистрофическими и репаративными изменениями увеличиваются. Полученные данные показывают достаточный уровень адаптивно-компенсаторной возможности ЦНС при 30 дневном ДВВ<sub>6</sub>. Активность МАО «А» может поддерживаться за счет моноаминергических стволовых терминалей. Снижение СМП, возможно, связано с синтезом специфических олигопептидов и заметным повышением активности ГАМК-ергических нейронов в структурах мозга.

При 40 дневном ДВВ<sub>6</sub> в пище, дезаминирующая активность МАО «А» в корковых структурах мозга еще более повышалась, вследствие изменения каталитических свойств МАО и приобретении свойств дезаминировать необычные субстраты (глюкозамин, путресцин, ГАМК), а в гипоталамусе снижалась, что может свидетельствовать о больших адаптивных возможностях гипоталамуса. Активность же ГДГазы подавлялась, следствием чего может быть уменьшение энергообеспечения в структурах мозга. Количество СМП в корковых структурах мозга повышалось, что свидетельствует о заметном увеличении количества токсических белков. Содержание Hb и эритроцитов в крови при 40 дневном ДВВ<sub>6</sub> в пище снижалось. Количество нейронов с репаративными изменениями уменьшались, а дистрофические процессы еще более углублялись. В поведении животных наблюдали страх и агрессию, что свидетельствует об усилении инстинктивных реакция самосохранения. Все эти изменения могут быть основой для формирования нейрогуморальной программы адаптивного поведения «структурного следа адаптации».

### **MORPHO-FUNKSIONAL INDICES OF DIFFERENT TISSUES UNDER CHRONIC B<sub>6</sub> VITAMIN DEFICIENCY**

**Askerov F.B., Abushov B.M., Azimova A.M., Kadimova S.O., Ibrahimova S.A., Unusova V.R., Abasova B.R.**

NAS of Azerbaijan, Institute of Physiology n.a. A.I.Qarayev. AZ1100, Azerbaijan Republic, Baki city., Shariphzadeh street 2., e-mail: [fbaskerov@box.az](mailto:fbaskerov@box.az).

20-day B<sub>6</sub> vitamin deficiency (B<sub>6</sub>VD) in food of 3 month-old white rats is followed by the small decreasing of activity of MAO type "A" and glutamate dehydrogenase activity (GHDase) in the hypothalamus (H), sensorimotor and limbic cortices and by the increasing of medium molecular peptides (MMP), the decreasing of the number of

Haemoglobin (Hb) and erythrocytes (E) in the blood of experimental animals. Morphological changes have mainly reparative character. Dystrophic changes are small.

Under the 30-day B<sub>6</sub>VD in food GHDase activity is more decreased, while changes in MAO type "A" in brain structures are characterized by opposite nature: in the cortical structures occurs activation of the enzyme, while in the H its activity is inhibited. The number of Hb and E were kept within the norm. The number of neurons with reparative and dystrophic changes is increased. The data show the sufficient level of adaptive-compensatory possibilities of the CNS under 30 day B<sub>6</sub>VD.

Under the 40-day B<sub>6</sub>VD in food desamidizing activity of MAO in the cortical structures more increased which lead to the change in the catalytic activity of the enzyme. While in the H its activity was decreased. GHDase activity was inhibited. As a result energy supply of brain structures may be decreased. The number of MMP in the cortical structures was increased which points to the marked increasing of the number of toxic proteins. The number of H and E in the blood was decreased. The number of neurons with reparative changes was decreased, while dystrophic changes became more profounded. In the animal's behavior fear and aggression was observed which points to the intensification of instinctive reactions of self-preservation. All these changes may be base for the formation of neuro-humoral programme of adaptive behavior.

### **ИЗОФЕРМЕНТНЫЙ СПЕКТР ЛАКТАТ ДЕГИДРОГЕНАЗЫ (ЛДГ) В СТРУКТУРАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ВИТАМИННОГО ПИТАНИЯ И НЕДОСТАТОЧНОСТИ ЖИРОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ**

**Аскеров Ф.Б., Панахова Х.Г.**

Институт физиологии им. А.И.Караева НАНА, Баку, Азербайджан, e.mail:[fbaskerov@box.az](mailto:fbaskerov@box.az).

Наши ранние исследования показали, что на фоне витаминного и безвитаминного питания механизм энергообеспечения мозга в основном осуществляется за счет аэробного гликолиза. Показано, что лимбическая и сенсомоторная кора раньше подключается к альтернативному (окислительное фосфорилирование) источнику энергообеспечения по сравнению с орбитальной корой и мозжечком.

Учитывая тот факт, что восстановление пировиноградной кислоты, в молочную протекает с образованием энергетических субстратов NAD<sup>+</sup> и NADH, а сам процесс расщепления глюкозы до лактата протекает с непосредственным участием ЛДГ с образованием высокоэнергетических фосфатных связей АТФ, мы полагаем, что дефицит жирорастворимых витаминов может привести в большей степени к изменению соотношения Н и М субъединиц изофракций ЛДГ и возможной анаэробизации спектра изоферментов ЛДГ в тканях головного мозга. Поэтому в данной работе мы преследовали цель изучить изоферментный спектр ЛДГ в структурах мозга на фоне полноценного витаминного и недостаточности жирорастворимых витаминов в составе пищи. Результаты исследований показали, что у 3 месячных крыс на фоне комплексного витаминного питания. в орбитальной, сенсомоторной, лимбической коре и мозжечке за исключением гипоталамуса наблюдается повышение анаэробных изофракций. В гипоталамусе активность аэробных изофракций сохраняется на высоком уровне по сравнению с промежуточной изофракцией, а анаэробная фракция находится в пределах нормы.

На фоне дефицита жирорастворимых витаминов и сохранения водорастворимых выраженная анаэробизация наблюдается и в цитозольной фракции орбитальной, сенсомоторной и лимбической коре и мозжечке, а в гипоталамусе преобладает активность аэробной изофракции фермента.

Таким образом, результаты этих исследований свидетельствуют о том, что активность изоферментного спектра ЛДГ является важным показателем для оценки особенностей филогенетического развития изучаемых структур мозга, которые тесно связаны с эволюционирующим влиянием фактора различных типов питания и явились причиной формирования отдельных функциональных структур приуроченных к определенным воздействиям внешних и внутренних факторов среды в виде структурного следа адаптации.

### **ISOENZYME SPECTRUM OF LACTATE-DEHYDROGENASE IN SOME BRAIN STRUCTURES OF WHITE RATS UNDER COMPLEX VITAMIN FEEDING AND DEFICITY OF LIPOSOLEBLE VITAMINS**

**Askerov F.B., Panakhova KH. G.**

Institute of Physiology n.a. A.I.Qarayev NAS, Baku, Azerbaijan

### **ДИНАМИКА ЭЭГ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ ПАРАМЕТРАМИ СОБСТВЕННОГО МОЗГА.**

**Асланян Е.В., Киroy В.Н.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Научно-исследовательский институт нейрокибернетики им. А.Б. Когана, Ростов-на-Дону, Россия, [evaslanyan@sfedu.ru](mailto:evaslanyan@sfedu.ru)

Поиск информативных ЭЭГ-паттернов, которые могли бы успешно использоваться в качестве произвольных команд для управления техническими устройствами в ВС1-системах, на сегодняшний день является одной из актуальных проблем. Не менее важной задачей является выделение этих паттернов из нативной ЭЭГ. Решение этой задачи может идти 2 путями: создание обучающих программ и произвольное усиление пользователем выраженности этих паттернов в ЭЭГ. Последняя задача решалась с использованием системы БОС-тренинга. Исследовали характер изменений в ЭЭГ 17 человек в процессе обучения произвольному управлению активностью собственного мозга в условиях БОС-тренинга. Использовали 6 сценариев: снижение мощности альфа-частот симметрично в теменных, а бета-2-частот – в лобных областях коры; увеличение мощности бета-2-частот в лобных отведениях правого или левого полушарий; сдвиг мощности альфа-частот в центральных областях коры в пользу правого или левого полушарий. Один тренинг последовательно включал все 6 сценариев по 4 минуты каждый, которые

разделялись между собой периодами отдыха и оперативного покоя. Всего было проведено 12 тренингов. Эффективность тренинга оценивалась по величине изменений контролируемых параметров (спектральной мощности тренируемого частотного диапазона в указанных областях) в конце периода обучения, по сравнению с началом. Помимо контролируемых параметров, оценивали динамику всех частотных диапазонов (тета, альфа, бета-1, бета-2, гамма-1 (31-48 Гц) и гамма-2 (52-70 Гц)) в 14 основных областях коры (F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2 по системе 10x20). Для достижения полезного результата участники обследования должны были выполнять различные когнитивные операции: представлять различные движения или образы, считать в уме или расслабляться. По результатам персональных сравнений все участники были разбиты на группы успешно и неуспешно прошедших обучение по каждому из сценариев. Спектральный анализ ЭЭГ показал, что использование столь сложных когнитивных операций приводило к выраженному изменению ЭЭГ во всех частотных диапазонах и областях. У группы «успешных» к концу обучения в ЭЭГ формировались тренируемые изменения контролируемых параметров. Однако аналогичные изменения наблюдались и в соседних областях, и в ближайших частотных диапазонах. При этом, как правило, формировались разнонаправленные изменения медленных (включая бета-1) и быстрых частот. Сам характер изменений в разных сценариях также различался, что указывает на разную пространственно-временную организацию ЭЭГ, необходимую для выполнения содержательно различающихся когнитивных действий. У группы «неуспешных» также наблюдались существенные изменения в ЭЭГ, однако они не соответствовали тренируемому и были однонаправленными во всех анализируемых частотных диапазонах, хотя в целом и различались для разных сценариев. Анализ показал, что использование в качестве контролируемых параметров отношений мощности отдельных частотных диапазонов в разных областях коры является более предпочтительным для достижения полезного результата.

### **THE EEG PARAMETERS OF THE BRAIN IN THE DYNAMICS OF VOLUNTARY CONTROL**

**Aslanyan Y., Kirov V.**

Southern Federal University, A.B. Kogan Research Institute of Neurocybernetics, Rostov-on-Don, Russia,  
[evaslanyan@sfnu.ru](mailto:evaslanyan@sfnu.ru)

Finding informative EEG-patterns that can be efficiently used as commands to voluntarily control technical devices in BCI systems, is one of the most important issues today. Alongside with that, there is the problem of extracting those patterns from native EEG. There are two ways to resolve these problems: creating self-teaching programs or the user increasing the patterns' power spectrum voluntarily. The latter was done via biofeedback training. The character of changes in the EEG of 17 people in the learning how to voluntarily control their brain's activity in terms of biofeedback training were studied. 6 scenarios were used: decreasing power spectrum of alpha frequencies in temporal areas symmetrically and of beta-2 frequencies in frontal areas of the cortex; increasing power spectrum of beta-2 frequencies on frontal electrodes of the right or the left hemisphere; shifting power spectrum of alpha frequencies in the central lobes in favor of either the right or the left hemisphere. One training comprised a succession of all the six scenarios, 4 minutes each, separated from each other by periods of resting and operative patience. In total, 12 training sessions were held. The efficiency of training was assessed based on the amount of changes in the controlled parameters (power spectrum of the frequency range under training) at the end of tuition, as compared to those at the beginning. Apart from the parameters under control, the dynamics of all the frequency ranges (theta, alpha, beta-1, beta-2, gamma-1 (31-48 Hz) and gamma-2 (52-70 Hz) was assessed in 14 basic areas of the cortex (F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2 in correspondence with the 10x20 system). To get a useful result, the participants of the research were to perform various cognitive operations: imagining different movements or pictures, counting in their minds or relaxing. Based on personal comparison results, for each scenario the participants were divided into those who managed to learn ('the successful') and those who failed to learn ('the unsuccessful'). EEG spectral analysis showed that using complicated cognitive operations like those led to vivid EEG changes in every frequency range and cortex area. 'The successful' formed trainable changes in controlled parameters of EEG by the end of tuition. However, similar changes were also formed in the adjacent areas as well as in the neighboring frequency ranges. That, as a rule, was accompanied by multi-directional changes in both slow (including beta-2) and fast frequencies. The character of the changes, though, varied between scenarios, which speaks for EEG's different spatial-temporal organization necessary for performing cognitive actions with different contents. 'The unsuccessful' also demonstrated significant changes in EEG. However, they did not correspond with those on training and were mono-directional for all the analyzed frequency ranges even though in general they were different for different scenarios. Analysis showed that using the ratio of power spectra for separate frequency ranges in different areas of the cortex as controlled parameters is more preferable for receiving results that are more efficient.

### **РОЛЬ ОКСИДА АЗОТА В РЕГУЛЯЦИИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ**

**Дмитрий Аточин**

Главный госпиталь Массачусетс, Кардиососудистый исследовательский центр, Чарльзтаун, США,  
[atochin@cvrc.mgh.harvard.edu](mailto:atochin@cvrc.mgh.harvard.edu), [atochin@yahoo.com](mailto:atochin@yahoo.com)

Эндотелиальный оксид азота (NO) играет важную роль в регуляции сосудистого тонуса. Экспериментальные исследования на животных показывают, что сосудистая дисфункция вызывается нарушением защитной роли эндотелиальной NO системы. Роль эндотелиального NO в регуляции мозгового кровотока и сосудистого тонуса особенно хорошо изучена с использованием мутантных моделей на мышах. Важность NO в функции сосудов головного мозга показана с использованием моделей животных с измененной продукцией эндотелиального NO в норме, в условиях ишемии и реперфузии, а также при гипоксии и гипероксии. Фармакологические и генетические манипуляции эндотелиальной NO системы

демонстрируют существенную роль эндотелиальной NO-синтазы в поддержании сосудистого тонуса и перфузии головного мозга при нормальных и патологических состояниях.

## ROLE OF NITRIC OXIDE IN CEREBRAL BLOOD FLOW REGULATION

Atochin Dmitriy

Massachusetts General Hospital, USA

Endothelial nitric oxide (eNO) plays important roles in the vascular regulation. Animal models that show vascular dysfunction demonstrate the protective role of endothelial NO dependent pathways. This presentation focuses on the role of eNO in the regulation of cerebral blood flow and vascular tone. We will discuss the importance of NO in cerebrovascular function using mutant mouse models with altered endothelial NO production under control, ischemic and reperfusion conditions, as well as in hypoxia and hyperoxia. Pharmacological and genetic manipulations of the endothelial NO system demonstrate the essential roles of endothelial NO synthase in maintenance of vascular tone and cerebral perfusion under normal and pathological conditions.

## ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАСЛЕДСТВЕННЫХ СПАСТИЧЕСКИХ ПАРАПЛЕГИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Ахметгалева А.Ф.<sup>1</sup>, Хидиятова И.М.<sup>1</sup>, Сайфуллина Е.В.<sup>2</sup>, Идрисова Р.Ф.<sup>2</sup>, Магжанов Р.В.<sup>2</sup>, Хуснутдинова Э.К.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН, Уфа, Россия; <sup>2</sup>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный медицинский университет» министерства здравоохранения РФ, Уфа, Россия; e-mail: [aliya.akhmetgaleeva@mail.ru](mailto:aliya.akhmetgaleeva@mail.ru)

Наследственные спастические параплегии (НСП) – клинически и генетически гетерогенная группа наследственных заболеваний, встречающаяся с частотой 1.27 – 9,6 на 100000 населения. Характерным признаком НСП является прогрессирующая спастичность нижних конечностей, в некоторых случаях сочетающаяся с добавочными неврологическими или системными нарушениями. На настоящий момент идентифицировано около 40 генов и описано более 50 генных локусов, ассоциированных с НСП. Распространенность, формы НСП, спектр и частота различных мутаций в генах варьируют в разных популяциях, поэтому актуальным является изучение эпидемиологии, спектра и частоты мутаций в генах НСП в различных этно-территориальных группах.

Распространенность НСП в Республике Башкортостан, по результатам нашего исследования, составила 3,5 на 100000. В результате анализа генов *SPAST*, *ATL1*, *REEP1*, которые, по литературным данным, ответственны за 60% аутомно-доминантных параплегий, у 58 неродственных пациентов был выявлен ряд значимых изменений в генах *SPAST* и *REEP1*. В гене *ATL1* изменений не обнаружено.

В результате секвенирования кодирующих участков гена *SPAST* были выявлены ранее неописанные мутации: с.322del29 (p.Val108Serfs\*18) и с.885del10 (p.Thr295Thrfs\*16) в двух татарской и башкирской семьях, соответственно. В гене *REEP1* были идентифицированы две мутации: nonsense-мутация с.225G>A (p.W75\*) – у одного пациента из башкирской семьи; вторая мутация – известное изменение в 3' нетранслируемой области гена, 606+43G>T, - в одной русской семье.

В одной семье у двух родственных пациентов было проведено полноэкзомное секвенирование после исключения мутаций в вышеуказанных генах. В результате были идентифицированы значимые изменения в 40 различных генах. В данном случае требуется дальнейшее ресеквенирование данных изменений и оценка значимости результатов в патогенезе НСП.

В обследованных семьях больных с идентифицированными мутациями в дальнейшем возможно проведение пресимптоматической и пренатальной диагностики.

## EPIDEMIOLOGICAL AND MOLECULAR-GENETIC STUDY OF HEREDITARY SPASTIC PARAPLEGIAS IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Akhmetgaleyeva A.F.<sup>1</sup>, Khidiyatova I.M.<sup>1</sup>, Saifullina E.V.<sup>2</sup>, Idrisova R.F.<sup>2</sup>, Magzhanov R.V.<sup>2</sup>, Khusnutdinova E.K.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Biochemistry and Genetics, Ufa Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia; <sup>2</sup>Bashkir State Medical University, Ufa, Russia; e-mail: [aliya.akhmetgaleeva@mail.ru](mailto:aliya.akhmetgaleeva@mail.ru)

Hereditary spastic paraplegia (HSP) is a clinically and genetically heterogeneous group of hereditary disorders with prevalence ranges between 4.3 and 9.8/100,000. The main feature of HSP is a progressive spasticity of the lower limbs, which in some cases associated with neurological or systemic abnormalities. To date, about 40 causative genes and more than 50 loci have been identified. HSP forms, prevalence, the range and frequency of different mutations in the genes vary in different populations, so the study of the epidemiology of the spectrum and frequency of mutations in HSP genes in various ethnic groups is relevant.

Our study revealed that the HSP frequency in Bashkortostan Republic is 3,5:100000. Analysis of *SPAST*, *ATL1*, *REEP1* genes, which are responsible for 60% of autosomal-dominant HSP, in 58 unrelated patients revealed number of significant mutations in *SPAST* and *REEP1* genes. Any sequence rearrangements weren't found in *ATL1* gene.

Two previously undescribed mutations in *SPAST* gene: с.321del29 (p.Val108Serfs\*18) and с.885del10 (p.Thr295Thrfs\*16) in two unrelated families of Tatar and Bashkir ethnicity were revealed. Two heterozygous sequence alterations in *REEP1* gene were detected: nonsense mutation с.225G>A (p.W75\*) – in one patient from Bashkir family; the second mutation is the 3' UTR change с.606+43G>T, that was described previously, – in Russian family.



Two patients from one family were subjected to whole exome sequencing after exclusion mutations in HSP genes mentioned above. As a result, sequence changes in 40 different genes were obtained. These changes need to be resequencing and their functional significance in HSP pathogenesis needs to be confirmed.

Further presymptomatic and prenatal diagnosis would be allowed in examined families with identified mutations.

### **ПРОВЕДЕНИЕ ENU-ИНДУЦИРОВАННОГО МУТАГЕНЕЗА У МЫШЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ МУТАЦИЙ, КОНТРОЛИРУЮЩИХ ПОРОКИ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

**Бабаев А.А., Белоусова И.И., Туровская М.В., Туровский Е.А., Епифанова Е.А., Тутукова С.А., Тарабыкин В.С.**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия, alexisbabaev@list.ru

Кора головного мозга представляет собой центр высшего познавательного потенциала, который отличает человека от других видов животных. Развитие коры головного мозга является сложноорганизованным процессом, нарушение которого может привести к широкому спектру патологий развития, известных, как пороки развития коры головного мозга. Пороки развития коры головного мозга способствуют возникновению эпилепсии в детском возрасте, задержке в интеллектуальном развитии, неврологическому дефициту и умственной отсталости у человека. Поэтому выявление и описание новых мутантных мышей с пороками развития коры с последующей идентификацией и характеристикой генов, отвечающих за мутации, позволит значительно улучшить наше понимание генетической регуляции развития коры и последующих нарушений в работе мозга.

Для выявления генов, ответственных за морфофункциональную организацию коры головного мозга, используется модель ENU (N-этил-N-нитрозомочевина) -направленного мутагенеза, вызывающего нарушение структуры и функции головного мозга. После выявления мышей-мутантов будут определены соответствующие гены с помощью позиционного клонирования, будет охарактеризован фенотип генерируемых мутантов как на поведенческом, так и на молекулярном уровне.

Для этих целей использовались мыши линии С3Н. Животные этой линии более плодовиты, демонстрируют большую генетическую гетерогенность, устойчивы к ENU-мутагену и быстрее восстанавливают фертильность. ENU (N3385, Sigma-Aldrich) растворяли в 95% C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH и фосфатно-цитратном буфере. Приготовленный раствор вводили внутривентриально в дозе 80, 90, 100, 120 и 150 мг/кг три раза с перерывами в неделю. Как правило, ENU-мутировавшие самцы восстанавливают свою фертильность на 12 неделе. (McDonald, Beier, 2003). К сожалению часть используемых доз оказались губительными для большинства животных. Оптимальной дозой была выбрана концентрация ENU 100 мг/кг.

Оставшиеся в живых самцы после восстановительного периода использовались для скрещивания с самками С3Н для получения G1 самцов.

Для того, чтобы исследовать структуру коры и связи между нейронами в ENU-стратегию скрининга трех поколений интегрированы Satb2-LacZ-репортеры мышей. Для этого использовалась Satb2-LacZ линия мышей (Dobrev G. et al., 2006). В этой линии все нейроны верхних слоев коры головного мозга и их аксоны экспрессируют LacZ- репортер. Это позволяет легко визуализировать изменения цитоархитектуры коры и связей между клетками. Для выявления наличия LacZ трансгена в линии Satb2-LacZ и генотипирования мышей был разработан протокол ПЦР. Для проведения ПЦР отбирались хвостовые пробы у мышей, далее проводили лигирование, выделение фенол-хлороформным методом и ПЦР.

Кроме того был оптимизирован протокол окрашивания препаратов мозга мышей с Satb2-LacZ-репортерами. Бета-галактозидаза ( $\beta$ -gal), кодируемая геном LacZ, гидролизует бета-галактозиды, что приводит к появлению синей окраски.

Самки, генотипированные и несущие репортер Satb2-LacZ, далее были скрещены с G1 самцами.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №15-14-10021)*

### **ENU INDUCED MUTAGENESIS IN THE MOUSE FOR IDENTIFICATION OF NOVEL MUTATIONS CAUSING MALFORMATIONS OF CORTICAL DEVELOPMENT**

**Babaev A.A., Belousova I.I., Turovskaya M.V., Turovsky E.A., Epifanova E.A., Tutukova S.A., Tarabykin V.S.**  
Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Nizhni Novgorod, Russia, alexisbabaev@list.ru

The cerebral cortex is the center of higher cognitive capacities which distinguishes humans from other species. The development of the cerebral cortex is a highly organized process, the violation of which can lead to a wide range of pathologies, known as malformations of the cerebral cortex. Malformations of the cerebral cortex contribute to the emergence of epilepsy in children, intellectual development delay, neurological deficit and mental retardation in humans. Therefore, the identification and description of the new mutant mice with malformations of cortical development, followed by the identification and characteristics of genes for mutations will significantly improve our understanding of the genetic regulation of development of the cortex and the subsequent disturbances in the brain. To identify genes responsible for the organization of the cerebral cortex, the model used ENU (N-ethyl-N-nitrosourea)-direction mutagenesis causing distortion of the structure and function of the brain. After identifying mutant mice will identify the corresponding genes using positional cloning to be characterized as the phenotype of the mutants generated on the behavioral and molecular level.

We use the mouse C3H. Animals of this line are more prolific, show more genetic heterogeneity, resistant to ENU-mutagenic and quickly restore fertility. The prepared solution was administered intraperitoneally in a dose of 80, 90, 100, 120 and 150 mg/kg three times a week intermittently. ENU-mutated males reduced their fertility at 12 weeks. Optimal dose was chosen ENU concentration of 100 mg/kg. The surviving males after a recovery period were used for mating with the females of C3H for G1 males.

To investigate the structure of cortex and communication between neurons in ENU-screening strategy three generations of integrated Satb2-LacZ-reporter mice. We used Satb2-LacZ mice line (Dobrev G. et al., 2006). In this line all the neurons of the upper layers of the cerebral cortex and their axons express LacZ- reporter. This makes it easy to visualize changes cytoarchitecture cortex and connections between cells. To detect the presence of LacZ transgene in line Satb2-LacZ mice and genotyping PCR protocol was developed. For the PCR samples were taken from the tail of mice, then lysing performed, allocation of the phenol-chloroform method and the PCR. Besides brain drugs was optimized staining protocol mice Satb2-LacZ-reporters. Beta-galactosidase ( $\beta$ -gal), encoded by the gene LacZ, hydrolyses beta-galactosides, resulting in the appearance of a blue color. Females, genotyped and carrying the reporter Satb2-LacZ, were further crossed with G1 males.  
*"Research carried out with the financial support of the grant of the Russian Scientific Foundation (project №15-14-10021)"*

**ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ПРОТИВОВИРУСНОГО ЭФФЕКТА КАМФОРНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ  
Бабина А.В., Лавриненко В.А., Яровая О.И., Салахутдинов Н.Ф.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ), Новосибирск,  
Россия; allium@list.ru

Известно, что одной из актуальных задач современной фармакологии и медицинской химии является разработка новых лекарственных средств для лечения и профилактики вирусных инфекций. Многие известные противовирусные препараты могут оказывать ряд побочных эффектов, в частности на центральную нервную систему. Целью настоящего исследования явился анализ влияния камфорного производного камфецина (1,7,7-триметилбисцикло[2.2.1]гептан-2-илиден-аминоэтанол) на поведение мышей в тесте открытого поля. Камфецин обладает противовирусными свойствами, ингибирует репликацию вирусов. Преимуществом данного соединения является его активность в отношении ремантадин-устойчивого штамма вируса гриппа A/California/07/09 (H1N1)pdm09, что свидетельствует о перспективности применения камфецина для терапии современных эпидемически актуальных вирусов, подавляющее большинство которых устойчиво к ремантадину. Однако до настоящего времени остается неизвестным влияние камфецина на интегративную деятельность мозга, лежащую в основе поведения.

Эксперименты проводили на половозрелых самцах и самках мышей. Содержание и экспериментальные процедуры проводили в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных экспериментальных животных и приказом Минздрава России от 23.08.2010 г. № 708н «Об утверждении правил лабораторной практики». Камфецин, синтезированный в Новосибирском институте органической химии, вводили внутривентрикулярно в дозировке 100 мг/1000 г массы. Изучали влияние острого (однократного) и хронического введения (5 инъекций в течение 2 недель) на поведение мышей в тесте открытого поля.

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что однократное и хроническое введение раствора камфецина существенно не влияет на паттерн поведенческих реакций: двигательная активность по периферии и в центральной зоне арены, время пребывания в вертикальных стойках, продолжительность умываний, время замираний, а также вегетативное состояние организма не изменилось по сравнению с соответствующими показателями у контрольной группы.

Полученные данные указывают на отсутствие угнетающего действия камфецина на интегративную деятельность мозга, выражающуюся в регуляции поведенческих реакций.

**BEHAVIORAL CORRELATES OF CAMPHOR DERIVATES ANTIVIRAL EFFECT**

**Babina A.V., Lavrinenko V.A., Yarovaya O.I., Salakhutdinov N.F.**

Novosibirsk National Research State University (NSU), Novosibirsk, Russia; allium@list.ru

Behavior is the possibility of animals and humans to react to the influence of the inner and outer factors, which provide the survival of individuals or species. According to the modern conception the brain integrative activity, which underlies a behavior, consists in the consecutive order of functional systems activation. Psychophysiological mechanism of motivations and emotions has difficult neurotransmitter character, which depends on the influence of the outer factors.

The aim of the present study was the analysis of Camphecin (1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-ylidene-aminoethanol) influence on the mice behavior in the open field test. Camphecin possesses the antiviral features, and inhibits influenza replication, but not enough is known about its influence on the nervous system activity.

Experiments are carried out on the nubilous mice of several genetic strains. The preparation was injected intraperitoneally in the dose of 100 mg/1000 g body weight. The influence of the acute (single injection) and chronic (5 times per 2 weeks) injections was studied.

One-way variance analysis shows, that single injection of Camphecin doesn't affect the locomotive activity, but significant increase of the freezing behavior in the experimental group has been revealed. This fact is considered as a heightened anxiety. The decrease of the vegetative activity is found under single injection, which may indirectly indicate the increased activity of the parasympathetic centers. Thus under the single Camphecin administration reveals no material change in the behavior patterns. The chronic Camphecin solution introduction to the mice of the different strains doesn't show the significant influence of the preparation on the behavior patterns, which have been studied in the open field test (locomotive, research activity, anxiety, emotionality and vegetative state of the organism).

The received results are discussed from the position of the neutral influence of Camphecin on the behavioral patterns in animals.

## АНТИВОСПАЛИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ АГОНИСТОВ РЕЦЕПТОРА 1 ТИПА, АКТИВИРУЕМОГО ПРОТЕАЗАМИ. НА КЛЕТКИ ЛИНИИ RBL-2H3 ПРИ ГИПЕРГЛИКЕМИИ

Бабкина И.И.<sup>1,2</sup>, Голяко И.А.<sup>1</sup>, Сидорова М.В.<sup>3</sup>, Стрковца С.М.<sup>1</sup>, Горбачёва Л.Р.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Биологический факультет, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия; <sup>2</sup>ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия; <sup>3</sup>Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава России, Москва, Россия; [irinababkina92@gmail.com](mailto:irinababkina92@gmail.com)

Одними из участников процесса воспаления являются тучные клетки. В процессе воспаления происходит их дегрануляция (выброс медиаторов воспаления), что может служить маркером интенсивности воспаления. Известно, что рецепторы, активируемые протеазами (ПАР), участвуют в регуляции активности тучных клеток. Сериновые протеазы – тромбин и активированный протеин С (АПС), активируя один и тот же рецептор – ПАР1, вызывают противоположные эффекты (про- и противовоспалительные, соответственно), что обусловлено расщеплением разных пептидных связей N-конца рецептора и образованием «привязанных» лигандов с отличающимися аминокислотными последовательностями. Известно, что ПАР1 могут активироваться пептидами, последовательность которых аналогична «привязанному» лиганду. Нарушение метаболизма глюкозы сопровождается различными заболеваниями и приводит к изменению ответной реакции организма на повреждающее воздействие. При этом, данные о состоянии ПАР-зависимой регуляции функций тучных клеток в условиях гипергликемии отсутствуют.

Цель настоящего исследования – изучение влияния гипергликемии на противовоспалительное действие агонистов ПАР1 на клетки линии RBL-2H3 при их активации.

Эксперименты были выполнены на культивируемых аналогах тучных клеток – клетках линии RBL-2H3. Уровень дегрануляции клеток оценивали по количеству высвободившейся β-гексозаминазы; уровень пролиферации клеток – с помощью МТТ-теста. Для детекции рецепторов (ПАР1 и эндотелиального рецептора протеина С (ЭРПС)) на RBL-2H3 использовали метод иммуоцитохимии и конфокальную микроскопию. Воспалительные реакции моделировали с использованием ионофора А23187 в концентрации 50 нМ и высокой концентрации тромбина – 50 нМ. Моделирование нормо- и гипергликемии осуществляли инкубацией клеток в среде, содержащей 1 или 4.5 г/л глюкозы, соответственно. В качестве агонистов ПАР1 использовали новый 9-членный пептид (AP9) – аналог привязанного лиганда, освобождаемого АПС из ПАР1, АПС и тромбин (Тр).

Известно, что влияние Тр на воспалительную реакцию зависит от его концентрации. Так на культивируемых астроцитах ранее нами показано, что Тр 50 нМ приводит к развитию воспалительного ответа. В настоящем исследовании обнаружено, что ионофор А23187 приводит к снижению пролиферации, предобработка клеток как АПС 10нМ, так и AP9 10мкМ приводила к повышению данного показателя. В условиях нормогликемии токсическое воздействие А23187 было сильнее выражено, чем при гипергликемии. Показано, что в условиях нормогликемии ни одна из используемых концентраций Тр не вызвала воспалительного ответа. Увеличение уровня глюкозы приводило к развитию провоспалительного ответа клеток на Тр 50 нМ. Инкубация клеток в присутствии АПС и AP9, аналогично Тр, не изменяло уровня секреции RBL-2H3 при нормогликемии. При гипергликемии АПС и AP9 в противоположность Тр снижали секрецию клеток, вызванную ионофором. Таким образом, обнаружено, что гипергликемия потенцирует провоспалительный эффект тромбина и противовоспалительный эффект АПС и его пептидного аналога. Препараты на основе АПС и AP9 могут быть использованы для противовоспалительной терапии у больных с нарушением обмена глюкозы. *Работа поддержана РФФИ (грант № 16-04-01869А)*

## ANTI-INFLAMMATORY EFFECT OF PROTEASE-ACTIVATED RECEPTOR-1 AGONISTS ON THE CELL LINE RBL-2H3 AT HYPERGLYCEMIA

Babkina I.I.<sup>1,2</sup>, Golyako I.A.<sup>1</sup>, Sidorova M.V.<sup>3</sup>, Strukova S.M.<sup>1</sup>, Gorbacheva L.R.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, <sup>2</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia, <sup>3</sup> Russian Cardiology Research and Production Complex, Moscow, Russia; [irinababkina92@gmail.com](mailto:irinababkina92@gmail.com)

The mast cells are one of the participants in the inflammation process. They release inflammatory mediators during inflammation, that may be a marker of inflammation intensity. It is known that protease-activated receptors (PARs) involved in the regulation of mast cell activity. Serine protease – thrombin and activated protein C (APC) by activation PAR1, cause opposite effects due to the cleavage the different peptide bonds in the N-terminus of PAR and the formation "tethered" ligands with different amino acid sequences. It is known that PAR1 can be activated by peptide which has a sequence is similar to "tethered" the ligand. Impaired glucose metabolism is accompanied by a variety of diseases and leads to changes in the organism's response to the damaging effects. At this, there are no data about PAR-dependent regulation of mast cells at hyperglycemia.

The aim of this study – to investigate the hyperglycemia's influence on the anti-inflammatory action of PAR1 agonist on the activated RBL-2H3 cells.

The experiments were performed on cultured analogues of mast cell – cell line RBL-2H3. The level of cell degranulation was assessed by the released β-hexosaminidase; cell proliferation – by MTT assay. To detect the expression of receptors (PAR1 and endothelial protein C receptor (EPCR)) on RBL-2H3 immunocytochemistry and confocal microscopy methods were used. Inflammatory response was modeled by the ionophore А23187 at a concentration of 50 nM and a high concentration of thrombin – 50 nM. Hyperglycemia and normoglycemia was performed by incubating the cells in a medium containing 1 or 4.5 g / L glucose, respectively. New peptide (AP9) – analogue of the "tethered" ligand, released from PAR1 by APC, APC and thrombin (Tr) were used as PAR1-agonists.

It is known that the effect of Tr on the inflammatory response depends from its concentration. Previously we have shown that Tr 50 nM leads to the development of the inflammatory response on cultured astrocytes. In the present study, it has been found that a pretreatment cells with 10 nM APC and AP9 before the ionophore А23187 increases proliferation, which was decreased by ionophore. At normoglycemia А23187 toxic effect was higher than

at hyperglycemia. It is shown that Tr didn't demonstrate pro-inflammatory action at normoglycemia, but the increased glucose led to the development of a proinflammatory cell response on Tr 50 nM. The incubation of cells in the presence of APC and AP9 did not alter the level of secretion of RBL-2H3 at normoglycemia similar Tr. At hyperglycemia APC and AP9 in contrast to Tr reduced the ionophore-induced secretion of cells. Thus, it was found that hyperglycemia potentiates the pro-inflammatory effect of Tr and anti-inflammatory effects of APC and its peptide-analog. Drugs based on APC and AP9 can be used for anti-inflammatory therapy in patients with impaired glucose metabolism. *This work was supported by RFFR (grant number 16-04-01869A).*

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У БАСКЕТБОЛИСТОВ НА АЭРОБНУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ**

**Багирова Р.М.**

Азербайджанская Государственная Академия Физической Культуры и Спорта, кафедра «Общей и спортивной физиологии» Баку, Азербайджан, [rafiga\\_bagirova1@mail.ru](mailto:rafiga_bagirova1@mail.ru)

Целью настоящей работы явилось исследование кардиореспираторной системы и состояния спортсменов при их адаптации к физическим нагрузкам. Для изучения физической работоспособности и восстановления показателей после физической нагрузки использовался тест PWC<sub>170</sub> и показатели максимального потребления кислорода (МПК). При исследовании кардиореспираторной системы производилось измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД) в покое до нагрузки и после её окончания.

Эксперименты показали, что абсолютная величина PWC<sub>170</sub> в соревновательном периоде равнялась в среднем 1291 кгм/мин, а относительная – 18,1 кгм/мин/кг, что соответствует среднему уровню. Абсолютная величина МПК в среднем равнялась 3,9 л/мин. Анализ полученных данных показал, что высокие абсолютные значения PWC<sub>170</sub> – 1450, 1613 и 1850 кгм/мин и МПК- 4,3; 4,6 и 5,1 л/мин были выявлены у трех баскетболистов (все КМС). Аналогичная картина наблюдалась и в отношении относительных значений PWC<sub>170</sub> (19,3; 21,6; 32,5) и МПК (4,3; 4,6; 5,1). Также у трех спортсменов была выявлена высокая функциональная работоспособность при относительных значениях PWC<sub>170</sub> – 19,3; 21,6 и 32,5 кгм/мин/кг и МПК – 60,8; 68,4 и 90,2 мл/мин/кг (масса тела 51, 57 и 62 кг). У остальных трёх испытуемых величины относительных значениях PWC<sub>170</sub> – 12,1; 12,9 и 13,1 кгм/мин/кг и МПК- 36,8; 40,1 и 43,9мл/мин/кг свидетельствовали о низком уровне работоспособности.

Наблюдения за частотой сердечных сокращений показали, что у студентов-спортсменов она находилась в пределах 70-80 уд/мин. Однако, у некоторых баскетболистов была выявлена ярко выраженная брадикардия, пульс на уровне 64 уд/мин. Артериальное давление (АД), измеряемое у обследуемых в покое, соответствовало норме и составляло 110/70-120/80 мм рт.ст. У некоторых наблюдалось характерное для тренированных спортсменов сниженное давление – 110/74 мм рт.ст. После выполнения физической нагрузки эти показатели повышались и находились в пределах, соответственно – 130-144 уд/мин и 126/75 – 160/90 мм рт.ст. Восстановление пульса у одних испытуемых завершалось на 1-5-й минуте отдыха, у других затягивалось до 5-10-й минут. Артериальное давление, в большинстве случаев, достигало величин покоя на 5-10 минутах.

Предполагается, что адаптация организма к выполнению тестирующих нагрузок, проявляется в адекватной реакции сердечно-сосудистой системы, согласно взаимосвязанного оптимального изменения ЧСС и АД. Особенно характерно это проявляется у спортсменов высокой квалификации.

## **CHANGES IN CONDITION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN ATHLETES ON AEROBIC PHYSICAL EXERTION**

**Bagirova R.M.**

Azerbaijan State Academy of Physical Culture and Sports, Department of "General and sports physiology," Baku, Azerbaijan, [rafiga\\_bagirova1@mail.ru](mailto:rafiga_bagirova1@mail.ru)

The purpose of this study was to investigate cardiorespiratory system and the state of athletes during their adaptation to physical loads. For the study of physical performance and recovery after

physical exertion was used the test PWC<sub>170</sub> and indicators of maximal oxygen uptake (MOU). In the investigation of the cardiorespiratory system measured the heart rate (HR) and blood pressure (BP) at rest up to a load and after its completion.

Experiments have shown that the absolute value PWC<sub>170</sub> in the competitive period amounted to an average of 1291 kg m / min and the relative – 18.1 kgm / min / kg, which corresponds to the average level. The absolute value of the MOU, on average amounted to 3.9 l / min. Analysis of obtained data showed that high absolute values PWC<sub>170</sub> – 1450, 1613 and 1850 kgm / min and MOU totaled 4.3, 4.6 and 5.1 l/min were found in three basketball players (all CMS). Similar pattern was observed in relation to the relative values of PWC<sub>170</sub> (19,3; 21,6; 32,5) and MOU (4.3; 4.6; 5.1). Also, the athletes had identified high functional performance in the relative values PWC<sub>170</sub> – 19,3; 21.6 and 32.5 kgm / min / kg and the MOU – 60.8; 68.4 and 90.2 mL/min/kg (body weight 51, 57 and 62 kg). At the others three test subjects of the relative values of PWC<sub>170</sub> – 12,1; 12.9 and 13.1 kgm/min/kg and MOU 36.8; 40.1 and 43,9ml/min/kg testified to a low level operability.

Observations of the heart rate showed that at student-athletes it was in the range of 70-80 beats/min. However, at some basketball players has been revealed pronounced bradycardia, heart rate at 64 beats / min. Blood pressure (BP) was measured in the examinees at rest, corresponded the norm and was 110 / 70-120 / 80 mm Hg. After the execution of physical exertion, these figures have increased and were within, respectively – 130-144 beats/min and 126/75 – 160/90 mm Hg. Recovery heart rate in some test subjects ended with 1-5 minutes of rest, while others delayed up to 5-10 minutes. Blood pressure, in most cases, reaches the value of of rest for 5-10 minutes.

It is assumed that the adaptation of the body to perform loads testing, manifested in an adequate reaction of the cardiovascular system, according to the interrelated optimal changes in heart rate and blood pressure. Especially characteristic this manifested in sportsmen of high qualification.

### **ВОЗМОЖНОСТИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ И ХАОТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТРЕМОРОГРАММ В УСЛОВИЯХ МНОГОКРАТНЫХ ПОВТОРЕНИЙ**

**Баженова А.Е., Поскина Т.Ю., Черников Н.А.**

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Научная лаборатория Биокибернетики и биофизики сложных систем, Сургут, Россия, [yuliya-bashkatova@yandex.ru](mailto:yuliya-bashkatova@yandex.ru)

Изучены особенности хаотической динамики поведения амплитудно-частотных характеристик тремора и параметров квазиаттракторов микродвижений конечностей человека без нагрузки и в условиях воздействия статических нагрузок. Вместо традиционных пониманий стационарных режимов биосистем  $dx/dt=0$ , где  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  является вектором состояния системы, использовались параметры квазиаттракторов, внутри которых наблюдается движения вектора состояния системы в фазовом пространстве состояний. Эти движения имеют хаотический характер, т.е. постоянно  $dx/dt \neq 0$ , но это движение ограничено объёмом квазиаттрактора, что и доказывается в нашем исследовании.

В эксперименте приняли участие 15 человек, у каждого регистрировался тремор 15 раз без нагрузки и 15 раз в условиях статических нагрузок, которые представляли собой удержание груза в 300 г, подвешенного на указательном пальце кисти, в течение 5 секунд. Обработка данных и регистрация тремора конечности испытуемых проводилась на ЭВМ с использованием программы «Charts3». Благодаря запатентованному программному продукту удалось построить фазовые плоскости и рассчитать площади квазиаттракторов для параметров нервно-мышечной системы – тремора. Статистическая обработка осуществлялась программным пакетом «Statistica 10».

Установлено, что амплитудно-частотные характеристики всегда получаются разными в каждой серии опытов. В условиях влияния статической нагрузки, увеличивается максимальное значение низкочастотных сигналов (вплоть до 6 Гц).

Основываясь на методах расчета параметров квазиаттракторов, в качестве количественной меры реакции организма на изменения, использовались их площади в двумерном фазовом пространстве. Конкретно, статическая нагрузка приводит к значительному увеличению площади квазиаттрактора, как в отдельных случаях ( $\langle S_1 \rangle$  без нагрузки  $0,26 \cdot 10^{-6} \pm 0,14 \cdot 10^{-6}$  у.е.,  $\langle S_2 \rangle$  при нагрузке в 300 г  $1,24 \cdot 10^{-6} \pm 0,59 \cdot 10^{-6}$  у.е.), так и по всем выборкам измерений ( $\langle S_1 \rangle 0,20 \cdot 10^{-6} \pm 0,16 \cdot 10^{-6}$  у.е.,  $\langle S_2 \rangle 1,31 \cdot 10^{-6} \pm 1,06 \cdot 10^{-6}$  у.е.).

Прослеживается динамика увеличения числа пар совпадений выборок треморограмм в условиях статической нагрузки. В результате их сравнения по критерию Вилкоксона различия были существенны ( $p=0,033$ ). Методика расчета матриц парных сравнений выборок позволяет оценить влияние статических нагрузок на функциональные системы организма человека.

### **THE OPPORTUNITY OF STOCHASTIC AND CHAOTIC ASSESSMENT OF TREMOROGRAMMS IN CONDITIONS OF MULTIPLE REPETITIONS**

**Bazhenova A.E., Poskina T.U., Chernikov N.A.**

Surgut State University, Scientific laboratory of Biocybernetics and Biophysics of complex systems, Surgut, Russia, [yuliya-bashkatova@yandex.ru](mailto:yuliya-bashkatova@yandex.ru)

It was investigated the specific of chaotic dynamic of amplitude-frequency tremor characteristics and quasiattractor behavior of human moving with some physical static load and without it. Instead the traditional understanding of stationary regimes of biosystems  $dx/dt=0$ , where the  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  is a vector state system we used the parameters of quasiattractors, inside which the movement of system's vector of states in phase space of state is observed. We proved in our research, that this movements have a chaotic nature ( $dx/dt \neq 0$ ), but it's limited of volume of quasiattractor.

Fifteen subjects took part in experiment. The tremor of each subject was registered 15 times for 5 seconds under static loads which represented by cargo hold of 300 g on the forefinger and with no physical load. Data processing and registration of limb tremor test was carried out on a computer using "Charts3" program. Phase plane have been constructed and calculated area of quasiattractors for the parameters of the neuromuscular system – tremor, owing to use the proprietary software. Statistical processing was performed with aid of software package «Statistica 10».

It was found that the amplitude-frequency characteristics are always different in each series of experiment. The maximum value of the low frequency signals increases with physical static loads (up to 6 Hz).

We used the area of quasiattractors in two dimensional phase space, based on the methods of calculating the quasiattractor parameters as a quantitative measure of the body's reaction to changes. Specifically, the static load provide to significant increase of the area of quasiattractor in single case ( $\langle S_1 \rangle$  without load  $0,26 \cdot 10^{-6} \pm 0,14 \cdot 10^{-6}$ ,  $\langle S_2 \rangle$  with physical static load  $1,24 \cdot 10^{-6} \pm 0,59 \cdot 10^{-6}$  у.е.), also in whole samples of experiment ( $\langle S_1 \rangle 0,20 \cdot 10^{-6} \pm 0,16 \cdot 10^{-6}$ ,  $\langle S_2 \rangle 1,31 \cdot 10^{-6} \pm 1,06 \cdot 10^{-6}$ ).

The dynamics of increasing in the number of pairs matches of tremorogram samples with static load was revealed. The differences were significant ( $p = 0,033$ ), as a result of Wilcoxon test compareison. The new method of matrix calculation of paired comparisons of samples helps to perform evaluation of the effect of static loads on the functional systems of the human body.

## ЭМОЦИОНАЛЬНО НАСЫЩЕННАЯ КОГНИТИВНАЯ КАРТА МОЗГА

**Базян Ара Саакович**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия: bazyan@mail.ru

Интегрирующей структурой мезолимбической ДА системы является прилежащее ядро – вентральный стриатум. ГАМКергические терминалы этого ядра оканчиваются на наружных и внутренних ядрах вентрального паллидума и индуцируют эмоционально мотивированное целенаправленное поведение. Но мотивированное целенаправленное поведение: поиск пищи, поиск воды, поиск сексуального партнера без ориентации в окружающей среде и без когнитивной карты мозга невозможно. Надо знать и помнить, как пахнет еда, как пахнет опасность, откуда доносится запах феромонов, куда следует идти и каких кустов опасаться и так далее. Целенаправленное мотивированное поведение, это активный поиск объектов удовлетворения потребностей. Образы всех этих объекты удовлетворения потребности формируются когнитивной картой и оценочной функцией, периодически запускаемой черной субстанцией. Когнитивная карта формируется кортико–гиппокампальной сетью, на основании функций гиппокампальных нейронов места, навигационных нейронов, нейронов поворота головы. Когнитивная карта включает в себя временную последовательность событий, используя нейроны времени гиппокампа. Тесное взаимодействие гиппокампа и миндалины, одной из эмоциогенных мезолимбических структур формирует эмоционально насыщенную когнитивную карту, или контекст окружающей среды. Контекст окружающей среды это внутренний источник нашего опыта и наших знаний. Контекст окружающей среды можно воспринимать или описывать, как объемный интегрированный фон знаний и опыта, доступный для воспроизведения в любой момент. Новая информация в виде новых знаний и опыта интегрируется и объединяется с имеющимся фоном и становится легко доступным для воспроизведения. Интеграция и воспроизведение информации осуществляется за счет специфической модификации экспрессии генов клеток, за счет модуляторной интеграции нейронов, через синаптическую и модуляторную пластичность. Наша эмоционально насыщенная когнитивная карта, или контекст окружающей среды, включает всю наша жизнь: все проблемы, восторги и разочарования; все наши поездки и приключения, все наши встречи с незнакомыми людьми и друзьями, все знания которые мы получили, учась и читая, в том числе и научные труды, все навыки которые мы приобрели в течение жизни: вождение машины, плавание, катание на велосипеде, сложные манипуляции при экспериментальной работе, и так далее. Мы не перестаем учиться и накапливаем новый опыт и новые знания. Вся эта информация консолидируется, сохраняется и воспроизводится при взаимодействии структур мозга и процессов памяти. Но это означает, что подавляющее большинство наших знаний и вообще пополнение нашей памяти, осуществляется с помощью декларативной памяти: увидел запомнил, услышал запомнил.

## EMOTIONALLY SATURATED COGNITIVE MAP OF BRAIN

**Bazyan Ara Sahakovich**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia:  
bazyan@mail.ru

The structure, which integrates the signals of mesolimbic DA system is the nucleus accumbens – the ventral striatum. GABAergic terminals of this nucleus are ending on external and internal ventral pallidum and induce emotionally motivated goal-directed behavior. But goal-direction motivated behavior: search for food, search for water, the search for a sexual partner without orientation in the environment and without cognitive brain map is impossible. It is necessary to know and remember the smell of food, the smell of danger, wherefrom came the smell of pheromones, where to go and what to be afraid of the bushes and so on. The goal-direction motivated behavior, it is an active search for objects meet the needs. The images of these objects to meet the needs formed of the cognitive map and the function of valuation, periodically run the substantia nigra. The cognitive map generated cortico–hippocampal network, based on the function of hippocampus neuron: cell place, navigation neurons, neurons turn heads. Cognitive map includes a time sequence of events using the time neurons of hippocampus. The intimate interaction of the hippocampus and the amygdala, one of emotiogenic mesolimbic structures creates emotionally saturated cognitive map, or context of the environment. The context of the environment is the inner source of our experience and our knowledge. The context of environment can be perceived or described as an integrated volumetric background knowledge and experience available for reproduction at any time. The new information as new knowledge and experience combined and integrated with the existing background and becomes readily available to be played. Integration and reproduction of information is carried out by a specific modification of neurons gene expression, due to the integration of neuromodulators reactions of neurons through synaptic and modulatory reactions plasticity. Our emotionally saturated cognitive map, or context of the environmental, includes all our life: all the problems, disappointments and delights, all our travels and adventures, all our meetings with strangers and friends, all the knowledge that we have gained by learning and reading, including scientific papers, all the skills that we have acquired in the course of life: driving a car, swimming, cycling, complex manipulation in experimental work, and so on. We do not cease to learn, learning lifelong and accumulate new experience and new knowledge. All of this information is consolidated, retained and reproduced in the cognitive map by interaction of brain structures and processes of memory. But this means that the vast majority of our knowledge and general completion of our memory, by means of declarative memory: had seen – remember, had heard – remember, had touched and felt – remember, and so on.

**ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНАТОРНОГО ЛЕЧЕНИЯ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА У КРЫСЫ**  
**Балтин Максим Эдуардович, Федянин Артур Олегович, Милицкова Алена Дмитриевна**  
(Казанский федеральный университет, Российская федерация, Казань, Baban.Bog@mail.ru)

Травматические повреждения центральной нервной системы продолжают оставаться одной из сложнейших проблем современной медицины.

Все большее число методов лечения травмы спинного мозга выходят из лабораторий и переходят в клинические испытания. Многие из них применяются как можно скорее после травмы с надеждой ослабления вторичного повреждения и максимального сохранения нервной ткани. Целью исследования была оценка эффектов метилпреднизалона и двигательной тренировки при экспериментальной травме спинного мозга у крыс. Двигательная функция оценивалась в открытом поле, используя систему скрининга BBB. Оценка проводилась за 24 часа до операции (день 0) и ежедневно, начиная через 24 часов после операции, до тридцатого дня. Для исследования состояния периферической части нервно-мышечного аппарата регистрировали моторный ответ (М-ответ) мышцы. Рефлекторную возбудимость спинальных двигательных центров тестировали методом Н-рефлекса. Определяли максимальную амплитуду и порог возникновения ответов. Для более полной характеристики реагирующего пула мотонейронов определяли: отношение максимальных амплитуд моторного и рефлекторного ответов  $[(H_{max}/M_{max}) * 100\%]$ . В раннем периоде после травмы спинного мозга наблюдалось уменьшение максимальной амплитуды М-ответа. При чем, в группе животных с введением метилпреднизалона амплитуда М-ответа была выше, чем без лекарственной терапии. Очевидно, что в остром периоде происходило дегенеративное изменение мышечного аппарата, однако, как показали наши данные введение метилпреднизалона имело положительный эффект. Амплитуда Н-ответа в группе с метилпреднизалоном и без к 7 суткам снижалась, что говорит о снижении возбудимости двигательных центров спинного мозга. Также снижение возбудимости центров к 7 суткам демонстрировало снижение отношения максимальных амплитуд М- и Н-ответа. На основании полученных результатов мы пришли к следующим выводам: 1) лечение метилпреднизалоном является эффективным в остром периоде, однако может приводить к отрицательным последствиям в хроническом периоде после травмы; 2) сочетанная терапия метилпреднизалоном и двигательной тренировкой оказывают положительное влияние на восстановление двигательных функций в хроническом периоде после контузионной травмы спинного мозга у крыс.

**THE EFFICIENCY OF THE COMBINATORIAL TREATMENT OF SPINAL CORD INJURY IN RATS**

**M.E. Baltin, A.O. Fedyanin, A.D. Militskova**

Kazan Federal University, Kremlevskaya 18, Kazan 420008, Russia

Traumatic injuries to the central nervous system continue to be one of the most difficult problems of modern medicine.

A growing number of treatments for spinal cord injury and out of the laboratories are moving in clinical trials. Many of them are used as soon as possible after the injury with the hope of weakening the secondary damage and maximize the preservation of nerve tissue. The aim of the study was to evaluate the effects methylprednisolone and motor training at an experimental spinal cord injury in rats. Motor function was assessed in an open field, using BBB screening system. The evaluation was conducted for 24 hours before surgery (day 0) and daily, beginning 24 hours after surgery to the thirtieth day. To investigate the status of the peripheral neuromuscular system registered motor response (M & H) muscles. Reflex excitability of the spinal motor centers tested by H-reflex. Determines the maximum amplitude and the threshold of responses. For a more complete characterization of the reactive motor neuron pool was measured: the ratio of motor and reflex response maximum amplitudes  $[(H_{max} / M_{max}) * 100\%]$ . In the early period after spinal cord injury was observed a decrease of the maximum amplitude of M-response. With that, in the group of animals with the introduction methylprednisolone amplitude of M-response was higher than without drug therapy. It is obvious that in acute degenerative changes occurred muscular system, however, as shown by our data administration methylprednisolone had a positive effect. The amplitude of the H-response in the group with and without methylprednisolone to 7 days decreased, which indicates a decrease in the excitability of the motor centers of the spinal cord. Also, it decreases the excitability of the centers for 7 days demonstrated a reduction ratio of the maximum amplitude of the M- and H-response. Based on these results, we came to the following conclusions: 1) methylprednisolone treatment is effective in the acute period, however, can lead to negative consequences in the chronic period after the injury; 2) combination therapy methylprednisolone and motor training has a positive effect on the recovery of motor function in chronic period after contusion spinal cord injury in rats.

**НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И КОРРЕКЦИИ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНЫХ РАССТРОЙСТВ В МОДЕЛЯХ НА ЖИВОТНЫХ**

**Баранова К.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова  
Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия, ksentiippa@mail.ru

Последние десятилетия неуклонно растет число действующих на нас острых и хронических стрессов, травмирующих ситуаций и серьёзных конфликтов, что ведёт к увеличению распространённости тревожно-депрессивных расстройств. В связи с чем всё большую актуальность приобретает вопрос об эффективном способе их предупреждения и лечения.

Недавно было обнаружено, что трёхкратное воздействие умеренной гипобарической гипоксией (гипоксическое прекодиционирование) предотвращает развитие модельных депрессии и посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) у крыс. Гипоксическое как пре- так и посткодиционирование не позволяет формироваться постстрессовым тревожно-депрессивным

расстройством: полностью нивелирует последствия психоэмоционального и травматического стрессов на поведенческом и гормональном уровнях, нормализуя поведение животных и функции гипофизарно-адренкортикальной системы, запускает механизмы адаптивных реакций нейронов мозга, модифицируя активность генома с участием транскрипционных и нейротрофических факторов, нейрогормонов и их рецепторов.

Последние данные говорят о возможности использования для защиты от повреждающего действия стрессов и развития постстрессорных тревожно-депрессивных патологий гипоксической/ишемической толерантности мозга, создаваемой дистантным ишемическим прекондиционированием. Этот новый простой немедикаментозный способ повышения устойчивости мозга к стрессам имеет выраженное антидепрессивное и анксиолитическое действие без побочных эффектов. Эффективность протекции, создаваемой дистантным прекондиционированием, количественно оценивалась с помощью поведенческих тестов, а также применяемых в клинике функциональных гормональных тестов. В моделях депрессии и ПТСР у животных дистантное прекондиционирование предотвращает нарушения ориентировочно-исследовательского поведения, снижение двигательной активности, возрастание уровня тревожности, повышение базального уровня глюкокортикоидных гормонов в крови и нарушения регуляции гипофизарно-адренкортикальной системы.

Наряду с гипоксическим, дистантное ишемическое прекондиционированием представляется перспективной стратегией повышения адаптационного потенциала организма в условиях тяжелых стрессов.  
*Работа поддержана грантом РФФИ № 16-34-60095 мол\_а\_дк*

### **NEW APPROACHES TO THE PREVENTION AND CORRECTION OF ANXIETY AND DEPRESSIVE DISORDERS IN ANIMAL MODELS**

**Baranova K.A.**

Pavlov Institute of Physiology Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia, ksentippa@mail.ru

The last decade has been steadily increasing the number of operating upon us acute and chronic stress, traumatic situations and serious conflicts, which leads to an increase in the prevalence of anxiety and depressive disorders. In this connection the more urgent question is about effective methods of prevention and treatment.

Recently it was discovered that a three-fold mild hypobaric hypoxia (hypoxic preconditioning) prevents the development of depression and post traumatic stress disorder (PTSD) in rats. The hypoxic both pre- and postconditioning does not allow to form post-stress anxiety and depressive disorders: completely eliminates the effects of emotional and traumatic stress on behavioral and hormonal levels, normalizing the behavior of animals and the function of the pituitary-adrenocortical system, triggers mechanisms of adaptive reactions of neurons in the brain by modifying the activity of a genome involving transcription and neurotrophic factors, neurohormones and their receptors.

Recent data suggest the possibility of using the hypoxic/ischemic brain tolerance produced by remote ischemic preconditioning to protect against the damaging effect of stress and development poststress anxiety-depressive pathology. This new, simple drug-free way to increase brain resistance to stress has a pronounced anti-depressant and anxiolytic effects without side effects. The effectiveness of protection created by the remote preconditioning quantitatively assessed using behavioral tests and functional hormonal tests. In models of depression and PTSD in animals remote preconditioning prevents violations of orienting-exploratory behavior, decreased motor activity, an increase in the level of anxiety, increased basal levels of glucocorticoid hormones in the blood and dysregulation of the pituitary-adrenocortical system.

Along with hypoxic, remote ischemic preconditioning seems promising strategy for increasing adaptive capacity of the body in conditions of severe stress.

*This work was supported by RFBR grant № 16-34-60095*

### **ОСОБЕННОСТИ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ ПОДРОСТКОВ РАЗНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Бартош Т.П., Бартош О.П.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, Магадан, Россия; tabart@rambler.ru

Сведения об особенностях времени реакции сенсомоторных реакций подростков аборигенных и европеоидной популяций, проживающих в условиях Северо-Востока России, которое в значительной степени определяется функциональным состоянием нервной системы обследуемого, немногочисленны, что определило актуальность и задачу нашего исследования.

Проведено обследование 123 подростков мужского пола 14-15 лет, обучающихся в школе-интернате отдаленного п. Эвенск Магаданской области, который расположен в 535 км к северу от Магадана. Обследуемые были разделены на 2 группы: 58 человек аборигенной популяции (коряки, эвены) – 1 группа; 65 уроженцев Севера в 1-3-м поколении европейского происхождения (русские, украинцы) – 2 группа. С помощью АПК «НС ПсихоТест» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново) у подростков исследовались показатели простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) и сложной сенсомоторной реакции выбора (РВ).

Полученные результаты времени простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) показала, что латентный период реакции, отражающий возбудимость, силу и баланс нервных процессов в коре головного мозга, у подростков аборигенной популяции значимо выше ( $p < 0,05$ ), чем у сверстников европеоидов. Среднее ВР аборигенов превышало также среднеширотные возрастные нормы (273 мс). Высокие значения времени реакции ПЗМР выявлено у 43% мальчиков-аборигенов и у 22% мальчиков уроженцев.

Средние значения времени реакции РВ у подростков 1-й группы были значимо выше ( $p < 0,05$ ), чем у сверстников в сторону большей заторможенности и неуравновешенности нервных процессов. По показателю количества ошибочных реакций на подачу дифференцировочного сигнала можно судить об



устойчивости внимания, степени развития дифференцировочного торможения и утомления. При оценке этого показателя было установлено, что у 37 % и 32 % обследуемых подростков 1-й и 2-й групп регистрировали низкое функциональное состояние (4-10 ошибок), соответственно, слабую концентрацию внимания и состояние утомления ЦНС. Такое функционирование ЦНС негативно влияет как на процесс обучения в современной школе, так и на эффективность психосоциальной и психофизиологической адаптации учащихся. Отсюда следует, что в целом у подростков аборигенных популяций Магаданской области преобладает инертность нервных процессов, более выражено преобладание тормозных процессов, снижение концентрации внимания, а также они характеризуются более низкими показателями функционального состояния ЦНС по сравнению со сверстниками-европеоидами. В то же время, аналогичные характеристики представлены почти у трети исследуемых подростков-европеоидов, жизнедеятельность которых протекает в отдаленном северном поселке.

### **RATES OF REACTIONS DEMONSTRATED BY DIFFERENT ETHNIC GROUPS OF ADOLESCENTS IN MAGADAN REGION**

**Bartosh T.P., Bartosh O.P.**

Scientific-Research Center "Arktika" FEB RAS, Magadan, Russia, [tabart@rambler.ru](mailto:tabart@rambler.ru)

There is little data available on the time of sensor motor responses by adolescents of Aboriginal and European populations residing under Northeast Russia conditions. That time depends to a great extent upon functional state of a person's nervous system. Pursuing from this we considered the task of our study actual.

We examined 123 male teens at 14–15 studying at boarding school in the remote settlement of Evensk located 535 km north from the city of Magadan. Examinees were divided into two groups: 58 people of Aboriginal origin (Koryaks, Evens; Group 1) and 65 Europeans who were born in the north in the 1<sup>st</sup>–3<sup>rd</sup> generation (Russians, Ukrainians; Group 2). "NS PsychoTest" ("Neurosoft", Ivanovo) was used to record the following parameters: Simple Visual Motor Reaction (SVMR) and Complex Sensor Motor Reaction of Choice (RC).

The results obtained on the rate of SVMR reported a longer ( $p < 0.05$ ) latent period of the Aborigines' response featuring weaker excitement, power and balance of nervous processes in the cortex. Average rate of response demonstrated by Aborigines exceeded corresponding average norms of the age (273 ms). Long-rated SVMR were observed in 43 % of Aboriginal and 22 % of European subjects.

As for Reaction of Choice, we found a longer time of response ( $p < 0.05$ ) in Group 1 who had shown more inhibition and instability of the nervous processes. The index (number) of incorrect responses to differentiated signal reflects the level of attention stability, differentiated inhibition and fatigability. Having assessed that index we established low functional state (4–10 incorrect responses) reported by 37 % and 32 % of Group 1 and Group 2, respectively, as well as weak concentration of their attention and fatigue of the central nervous system. That negatively influences the study process in modern school and worsens schoolchildren's psychosocial and psychophysiological adaptation.

From our study we have concluded that, Aboriginal subjects demonstrate passivity of nervous processes, prevalence of inhibition, poor attention and low functional state of the central nervous system as compared to European agemates. At the same time the similar results were observed in third of Europeans who live in remote north settlements.

### **ПСИХОМЕТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Бахтин О.М., Миняева Н.Р., Киroy В. Н., Тамбиев А.Э.**

НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана

Академии биологии и биотехнологии ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия, [kiroy@krinc.ru](mailto:kiroy@krinc.ru)

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния прогнозирующей деятельности мозга на эффективность поведения, определяемую по времени реакции на релевантные раздражители, в условиях наличия и отсутствия априорной информации о структуре стимульной последовательности, а также анализ электрографических коррелятов прогностической деятельности, обусловленной экспериментальными условиями.

Прогнозирующая и моделирующая деятельности мозга (*predictive brain activity*) на протяжении ряда десятилетий привлекает внимание специалистов, работающих в области когнитивной психофизиологии. Наличие прогнозирующей активности экспериментально показано на разных уровнях организации нервных процессов, обеспечивающих модально специфическое восприятие.

Экспериментальная парадигма состояла в наличии целевого зрительного образа, который однозначно всегда следовал за конкретной последовательностью (прогностическая структура) других зрительных образов. Все стимулы, составляющие алфавит зрительных образов, как и прогностическая структура, за исключением целевого стимула, предьявлялись случайным образом.

Рабочая гипотеза состояла в том, что закономерное появление быстрых реакций (со временем, меньше минимального времени СЗМР, т.е., реакции выбора) обусловлено наличием прогнозирования момента предьявления целевого стимула, причем независимо от того, осознается наличие связи между ним и предшествующими стимулами, позволяющими прогнозировать момент его появления, или нет. Вероятность обнаружения закономерности выше в случае наличия информации о её существовании. Учитывая, что временной интервал между стимулами был фиксированным, наличие прогноза позволяло ожидать появления реакций со временем (значениями), сопоставимым и меньше значений ПЗМР, и даже совпадающих и опережающих реакций.

Таким образом, априорная информации о наличии закономерности в структуре следования стимулов повышает вероятность использования субъектом эффективных прогностических стратегий, реализуемых на сознательном уровне. Наши исследования показывают, что предсказание будущего события определяется иерархией сложных нервных процессов с обязательным участием височных и лобных областей.

## PSYCHOMETRIC AND ELECTROGRAPHIC INDICATORS OF PREDICTIVE ACTIVITIES

**Bachtin O.M., Minyaeva N.R., Kiroy V.N., Tambiev A.E.**

Kogan Research Institute for Neurocybernetics Academy of Biology and Biotechnology Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, [kiroy@krinc.ru](mailto:kiroy@krinc.ru)

The aim of the study was to investigate the influence of predictive brain activity on the effectiveness of behavior. It was determined by latency of reactions to relevant stimuli in the presence or absence of a priori information about the structure of the stimuli sequence. It were analyzed electrographic correlates of predictive activity due to the experimental conditions. The experimental paradigm consisted in the presence of the visual target image, which clearly always followed a specific sequence (predictive structure) other visual images. All stimuli that make up the alphabet of visual images, include predictive structure, with the exception of the target stimulus, were presented randomly.

The working hypothesis was that the regular occurrence of short reactions (eventually less than the minimum time of choice reaction) is caused by the forecasting of target stimulus. This prediction is done regardless of perceived a link between previous stimulus or not, but the probability of detecting sequence is larger in presence of a priori information about its existence. Given that the time interval between stimuli was fixed, it allowing to expect in presence of forecasting the reactions with latencies (values), comparable and less than values of choice reaction and even coincident and leading responses.

Thus, according to our results, a priori information about the presence of sequences in the structure of the following stimuli, increase the likelihood of effective forecasting, implemented on a conscious level. It is realized a hierarchy of complex neural processes with the obligatory participation of the frontal and temporal regions.

## ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЛУХА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПРИБЛИЖАЮЩИХСЯ И УДАЛЯЮЩИХСЯ ИСТОЧНИКОВ ОКТАВНЫХ ШУМОВ

**Бахтина А.В., Гвоздева А.П., Андреева И.Г.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; [akkachur@mail.ru](mailto:akkachur@mail.ru)

Точность локализации источника звука зависит как от ширины частотной полосы сигнала, так и от спектральной области этой полосы. Роль спектрального состава сигнала в локализации его источника при движении по азимуту изучена более подробно, чем при приближении и удалении. В работе была поставлена цель исследовать локализацию приближающихся и удаляющихся источников октавных шумов и сопоставить эти данные с результатами исследований для широкополосных шумов. Измерение относительных дифференциальных порогов по расстоянию и по длительности для источников шумов с центральными частотами 0.5, 2, 8 кГц проводили в звукоизолированной безэховой камере в условиях свободного поля с участием десяти испытуемых с нормальным слухом. Приближение и удаление звуковых образов в условиях свободного поля формировали сериями шумовых посылок возрастающей или убывающей амплитуды, предъявляемых через три динамика: один динамик располагался напротив испытуемого на расстоянии 5.6 м, а два других динамика — симметрично слева и справа от линии, соединяющей дальний динамик с серединой междушумной оси испытуемого на расстоянии 1 м друг от друга и 1.2 м от места прослушивания звуковых сигналов. Этот прием позволял избежать акустической тени при моделировании движения. Полученные в экспериментах относительные дифференциальные пороги по длительности увеличивались почти в полтора раза по сравнению с данными для широкополосных сигналов, опубликованными нами ранее, а пороги по расстоянию имели тенденцию к повышению. Эти особенности локализации были более выражены для шумов с центральными частотами ниже 8 кГц. Для всех узкополосных шумов было обнаружено существенное различие между величинами относительных дифференциальных порогов по расстоянию и по длительности для приближающихся и удаляющихся звуковых образов. Пороги по расстоянию при приближении были меньше, чем при удалении в 2.5–3 раза, а пороги по длительности — в полтора раза. Результаты измерения порогов по расстоянию и по длительности выявили ухудшение локализации радиально движущихся звуковых образов при сужении спектральной полосы шума до одной октавы. Работа выполнена с использованием средств государственного бюджета по госзаданию на 2013-2017 годы (№ г.р. 01201351571). Психоакустические исследования выполнены в большой акустической камере на базе ЦКП ИЭФБ РАН.

## SPATIAL AND TEMPORAL PARAMETERS OF THE HUMAN HEARING RESOLUTION IN THE LOCALIZATION OF THE APPROACHING AND WITHDRAWING OCTAVE NOISES SOURCES

**Bakhtina A.V., Gvozdeva A.P., Andreeva I.G.**

Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia; [akkachur@mail.ru](mailto:akkachur@mail.ru)

Sound source localization accuracy depends on both the frequency of the signal bandwidth and on spectral area of the band. The role of the sound spectral content in the source motion estimation for the azimuthally moving sound sources was explored more fully than for the approaching and withdrawing ones. Main goal of the study was to investigate the localization of approaching and withdrawing sources of octave noises and to compare the data with the results for broadband noise studies. The relative distance and temporal thresholds estimation for octave noises sources with central frequencies 0.5, 2, 8 kHz was carried out in case of soundproof anechoic chamber in the free-field conditions; ten subjects with normal hearing took part in the experiments. The auditory images approach and withdrawal were formed by sequences of noise bursts with increasing or decreasing amplitude and presented by the three loudspeakers: one of them was placed 5.6 m in front of the subject, and two others were located symmetrically to the left and to the right of imaginary line, which connects farther loudspeaker with the

center of interaural axis of a subject, at the distance of 1 m from each other and 1.2 m from the listener. This allowed to avoid the auditory shadow appearance. The relative temporal differential thresholds were increased by almost half comparatively to the data, which were published by us earlier for broadband signals; the distance threshold tended to increase. These features of localization were more expressed for the noises with central frequencies below 8 kHz. For all narrow-band noises substantial difference between values of relative spatial and temporal differential thresholds for approaching and withdrawing sound images was revealed. In case of auditory approach the spatial thresholds were 2.5-3 times lower than under condition of withdrawal, difference between corresponding temporal thresholds amounted 1.5 times. The measurement of spatial and temporal thresholds results showed worsens of localization of radial motion when narrowing of spectral band of the noise to one octave. The work was supported by state budget and performed on the state assignment 2013-2017 (№ s.r. 01201351571). Psychoacoustic experiments were carried out in a large anechoic chamber on the base of Research Resource Center for the physiological, biochemical and molecular-biological research (IEPhB RAS).

### **ОЦЕНКА АППРОКСИМИРОВАННОЙ ЭНТРОПИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ СТРЕССЕ** **Бахчина А.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского», Нижний Новгород, Россия; nastva18-90@mail.ru

Интерес к анализу вариабельности сердечного ритма (BCP) всё более выходит за рамки медицинских задач к задачам психологии. Такая динамика накладывает требования на развитие как способов регистрации сердечного ритма (CP), так и математических алгоритмов анализа BCP. В классическом подходе исследования BCP используют методы описательной статистики, спектрального анализа и нелинейной динамики (Acharya U.R. et al., 2006). Мы поддерживаем точку зрения, что линейные статистический и спектральный анализы не достаточно специфичны в оценках BCP (Acharya U.R. et al., 2006; Vuksanovi'c V., 2007). Это ограничивает их использование в задачах психологии. Более продуктивными в этом направлении видятся методы нелинейной динамики, в частности – метод оценки аппроксимированной энтропии (ApEn) (Pincus S.M., 1991), который в данной работе исследован на предмет изменений при стрессе в период публичного выступления. Реальные публичные выступления (защиты квалификационных работ студентами) были выбраны в качестве модели стрессогенного контекста, как часть признанной модели TSST (Childs E. et al., 2006). Проанализированы последовательности RR-интервалов до, во время и после выступления 13 человек (м-3, ж-10, возраст 18-23 года). Длина последовательностей RR-интервалов варьировала от 5 до 15 мин, в зависимости от длины выступления, но последовательности до, во время и после всегда были одинаковой длины. Для каждой последовательности рассчитывали стандартное отклонение (SD); спектральные плотности мощности TP, LF, HF, LF/HF (Acharya U.R. et al., 2006); ApEn.

В результате выявлено, что при стрессе достоверно снижаются значения SD, LF, HF, TP, ApEn, возвращаясь в период после выступления на прежний уровень (критерий Фридмана,  $p < 0.05$ ). Статистические и спектральные показатели BCP сильно коррелируют между собой (Бань А.С. и др., 2010). В анализируемой выборке данных отсутствуют сильные корреляции значений ApEn с другими показателями (критерий Спирмена). Это может означать, что ApEn является относительно независимой оценкой таких свойств BCP, которые не фиксированы в других характеристиках. Наши результаты согласуются с данными литературы: ApEn снижается и при экзаменационном стрессе (в контексте естественной деятельности) (Melillo P. et al., 2011), при рассмотрении IAPS изображений с высоким уровнем эмоционального возбуждения (Valenza G. et al., 2012), при геморрагическом шоке (Batchinsky A.I. et al., 2007).

Таким образом, при стрессе наблюдается не только уменьшение вариационного размаха и амплитуды колебаний RR-интервалов, которые интерпретируются в литературе как уменьшение активности вегетативной нервной системы в регуляции CP, но и уменьшение сложности структуры последовательности RR-интервалов, что может быть рассмотрено как результат временного снижения сложности поведения индивида.

*Выполнено при поддержке гранта РФФИ, проект № 16-36-60044 мол-а-дк.*

### **DIMENTION APPROXIMATE ENTROPY OF THE HEART RATE DURING STRESS CONDITION** **Bakhchina A.V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Psychology of RAS, Moscow, Russia; <sup>2</sup> Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Nizhni Novgorod, Russia; nastva18-90@mail.ru

The current interest in the heart rate variability (HRV) directed from the medical tasks to psychology tasks. This dynamics demands of development of both technology for recoding heart rate (HR) and mathematical methods for analysis. As a rule, investigations of HRV use one of three ways for analysis: time domain analysis, frequency domain analysis, nonlinear methods of analysis (Acharya U.R. et al., 2006). We support the sentences that statistics of linear time and frequency domain analysis are less specific (Acharya U.R. et al., 2006; Vuksanovi'c V., 2007). Therefore these methods can be used hardly in psychology. It may be more productively to use nonlinear methods, in more detail, the approximate entropy (Pincus S.M., 1991). In this work we characterized the dynamics of ApEn during stress. The real life public speech was chosen as a part of established model of stress context – TSST (Childs E. et al., 2006). ApEn, standard deviation (SD) and power spectral densities (LF, HF, TP, LF/HF) (Acharya U.R. et al., 2006) were computed for the time series of inter-beat intervals before, during and after public speech for 13 subjects (m-2, f-10, age- 18-23). The lengths of inter-beat time series were from 5 to 15 min, it depended on the length of speech. But always lengths of before, during and after series was equal.

We detected significant differences in values of SD, TP, LF, HF and ApEn across three test attempts: before, during and after using Friedman test ( $p < 0.05$ ). Values of SD, TP, LF, HF and ApEn decreased during stress. Also

we detected strong correlations between results linear time domain and frequency domain analyses (Ban A.C. et al., 2010). The strong correlations between ApEn and other parameters were absent in our data (rank correlation). Possible it suggests that ApEn is comparative independent evaluation of features of HRV, which aren't reflected in others evaluations. Our results are agreed with others investigations: ApEn decreased during real examination stress (Melillo P. et al., 2011), during emotional visual elicitation (Valenza G. et al., 2012), during experimental hemorrhagic shock in swine (Batchinsky A.I. et al., 2007).

Thus we can see decreasing of complexity of heart rate time series during stress. We suggest that it relations with the short term decreasing of complexity of human behavior.

*The study was supported by RFBR grant № 16-36-60044 мол-а-дк.*

### **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ МОЗГА, СВЯЗАННЫЕ С ПРИНЯТИЕМ РЕШЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАЗНЫХ ЗАДАЧ\***

**Безденежных Б.Н. Гулина Е.М.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии РАН, Россия, Москва, bezbornik@mail.ru

С позиции теории функциональных систем по П.К. Анохину каждое действие обеспечивается набором функциональных систем, взаимодействующих друг с другом. Эти системы объединяются друг с другом во время системного процесса, который получил название афферентный синтез (АС). В процессе АС решается, когда и какое действие будет выполнено, т.е. принимается решение. Данная работа направлена на выявление связи АС и принятия решения с электрическими потенциалами мозга при выполнении двух разных задач выбора. Испытуемые добровольно участвовали в выполнении двух экспериментальных задач выбора с регистрацией у них электроэнцефалограммы. В обоих экспериментах была применена процедура контролируемого изменения количества систем, объединяющихся в АС. В первом эксперименте – задаче сенсо-моторного выбора испытуемым предъявляли в случайном порядке, но с равной вероятностью два альтернативных зрительных сигнала. В ответ на предъявление сигнала испытуемые должны были как можно быстрее нажать клавишу, соответствующую сигналу. Структура этих сигналов была такова, что один сигнал испытуемые всегда прогнозировали правильно, и у них активировался только один набор систем, обеспечивающий правильный ответ. При прогнозировании другого сигнала они часто ошибались, и у них последовательно активировались два набора систем – для прогнозируемого сигнала и ответа и в ответ на реально предъявленный сигнал и время ответа в этом случае было больше времени ответа при правильном прогнозировании. Было обнаружено, что при увеличении количества одновременно активных систем в АС имеет место негативный сдвиг в позитивном компоненте P300 электрического потенциала мозга, связанного с ответом. В задаче на семантическую категоризацию визуально предъявляемых слов испытуемым в случайном порядке предъявляли в качестве прайма одно из двух слов – «предметы» или «организмы», а через 750 мс в случайном порядке предъявляли слово-мишень, обозначающее конкретные предмет или организм. Испытуемые должны были как можно быстрее нажимать одну клавишу если слово-мишень семантически соответствовало слову-прайму, и нажимать другую клавишу при семантическом несоответствии этих слов. При соответствии прайма и мишени в АС активировался только один набор систем, связанный с одной категорией, при несоответствии – активировались наборы систем, связанные с двумя категориями. Оказалось, что передний фронт P600 в связанном с ответом ЭЭГ-потенциале зависит от того есть или нет между праймом и мишенью категориальной соответствие. При несоответствии передний фронт P600 имеет достоверно выраженный негативный сдвиг по сравнению с таковым в случае соответствия. На основании данных мы считаем, что P300 в задаче сенсомоторного выбора и P600 в задаче семантической категоризации системно идентичны – они связаны с системным процессом – афферентным синтезом и принятием решения.

*\*Выполнено в рамках Государственного задания ФАНО РФ № 0159-2015-0012*

### **ELECTRICAL BRAIN POTENTIALS RELATED TO DECISION MAKING IN DIFFERENT TASKS\***

**Bezdenzhnykh B.N., Gulina E.M.**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Psychology RAS" (Russia, Moscow) bezbornik@mail.ru

It is supposed that every behavioral act is the result of the activities of the set of definite functional systems (by P.K. Anokhin) in their interaction. These systems got into the interaction during system process of the act called afferent synthesis (AS). The present investigation undertakes to reveal the EEG- correlates of ASs related to the performance of different choice tasks. Subjects participated in the two different experiments with choice reaction time tasks and EEG was recorded from them. We used the procedure of increasing the number of active systems during AS that allowed us to reveal the EEG-potentials related to AS. In the first experiment – sensory-motor choice reaction time task – two alternative stimuli were presented in random order and with equal probability. The stimuli were composed of two components – common warning signal (WS) and different determining signals (DS). Subjects had to press the button related to DS as quickly as possible. Because of time intervals between WS and DS were different in these stimuli subjects predicted DS of one stimulus more correctly than another one. With the correct prediction of DS there were active only those systems in AS which would subserve the response on this DS. With erroneous prediction of DS there were active systems in AS which were related with predicted DS and were related with presented DS. It has been found the relation between the number of active systems in AS and property of P300: increasing of a number of systems was accompanied by increasing in negative shift of the P300's frontal slope. In the task of visual categorization of words subjects were presented in random order with one or other prime word (organism or object) followed by target word denotative the item belonging to organisms or objects. Subjects have to press as quickly as possible one button if the prime and target were congruent and another button if these words were incongruent. In congruent case the systems related to one category of words were activated in AS while in incongruent case the systems related to both categories of words were activated in AS.

The frontal slope of P600 related to categorization was depended on whether the target word was congruent or incongruent to the prime word. When the target word was incongruent to the prime word and there were systems belonging to two different categories of words in AS, this frontal slope of P600 was more negative than when target word was congruent to the prime word and there were systems belonging to one category of words.

On the basis of our data we concluded that P300 related to response in choice reaction time task and P600 related to quick categorization of words are EEG manifestation of the afferent synthesis in this two different actions.

*\* It is executed within the State task FASO № 0159-2015-0012*

## **ОБНАРУЖЕНИЕ АУТОАНТИТЕЛ К МОДИФИЦИРОВАННЫМ ЛИПОПРОТЕИНАМ НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ И ИХ КОМПЛЕКСОВ У ПАЦИЕНТОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АТЕРОСКЛЕРОЗА**

**Белик И.В., Иванцова А.А., Мамедова З.Э.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Институт экспериментальной медицины",  
Санкт-Петербург, Россия, [ivanbelik2014@ya.ru](mailto:ivanbelik2014@ya.ru)

**Введение.** В настоящее время все больше внимания уделяется роли иммунных факторов в атерогенезе. Аутоиммунная теория патогенеза атеросклероза основывается на аутоантигенности апо В-100-содержащих липопротеинов, подвергающихся различным химическим модификациям.

**Цель.** Определить роль аутоантител (ААТ) к различным модификациям липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и их комплексов в атерогенезе. Установить зависимость между уровнем ААТ и концентрацией холестерина циркулирующих иммунных комплексов (ХС-ЦИК) с диагнозом.

**Материалы и методы.** В ходе работы была исследована выборка из 163 человек. Первую группу составили здоровые пациенты (59 человек). Во вторую группу вошли 25 человек с доклиническим атеросклерозом (наличие атеросклеротических бляшек в сонной и бедренной артериях установлено с помощью УЗИ). Третья группа – 79 человек с ИБС (по данным коронарографии). У всех исследуемых были определены уровни ключевых липидных показателей (общий холестерин, ХС-ЛПНП, ХС липопротеинов высокой плотности, триглицериды). Методом иммуноферментного анализа были выявлены ААТ, классов G и M, к ЛПНП, модифицированным малоновым диальдегидом (МДА), уксусным ангидридом и гипохлоритом (НОС). ЦИК были выделены методом осаждения в полиэтиленгликоле. Математическая обработка данных проводилась с использованием пакета статистического анализа данных Statistica 6. Показатели имели непараметрическое распределение, поэтому для проведения корреляционного анализа использовался ранговый коэффициент Спирмана. Для парных сравнений использовался критерий Манна-Уитни.

**Результаты.** При оценке полученных данных было установлено, что у пациентов с ИБС по сравнению со здоровыми пациентами и пациентами с доклиническим атеросклерозом повышен уровень ХС-ЦИК ( $p < 0,0001$ ) и снижен ( $p = 0,006$ ) уровень ААТ класса М к ЛПНП, модифицированным гипохлоритом. Была найдена корреляция между уровнями ААТ (класса G) к гипохлорит-модифицированным ЛПНП с ААТ к МДА- и ацет-ЛПНП. Наблюдается слабая корреляция между содержанием ААТ (класса М) к МДА- и ацет-ЛПНП и концентрацией ХС-ЦИК. Не выявлено связи между уровнями ААТ и липидными показателями.

**Выводы.** Наличие корреляционной связи между уровнями ААТ к различным модификациям ЛПНП позволяет предположить множественную модификацию ЛПНП-частиц. Тем не менее, уровни ААТ имеют слабую связь с наличием или отсутствием атеросклероза. Напротив, концентрация ХС-ЦИК может служить маркером атеросклеротического процесса.

## **ANTIBODIES TO MODIFIED LIPOPROTEINS LOW DENSITY AND THEIR COMPLEXES IN PATIENTS WITH DIFFERENT MANIFESTATION OF ATHEROSCLEROSIS**

**Belik I.V., Ivantsova A.A., Mamedova Z.E.**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine" St. Petersburg, Russia,  
[ivanbelik2014@ya.ru](mailto:ivanbelik2014@ya.ru)

**Introduction.** Now more and more attention it is given to a role of immune factors in atherogenesis. Autoimmune theory the pathogenesis of atherosclerosis, which is based on autoantigenic properties of apo B-100-containing lipoproteins, exposed various chemical modifications.

**Purpose.** To determine role of antibodies (Abs) to various modifications of LDL and their complexes in atherogenesis. To demonstrate the relationship between the levels of Abs and cholesterol concentration of circulating immune complexes (chol-CIC) with the diagnosis.

**Methods.** The study involved 79 patients with coronary artery disease, 25 – with preclinical atherosclerosis and 59 healthy controls. All patients identified key lipid parameters (total cholesterol, chol-LDL, chol-HDL, triglyceride). Levels of Abs against (IgG and IgM) LDL modified by malondialdehyde (MDA), acetic anhydride and hypochlorite, were determined by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Circulating immune complexes (CIC) were isolated by precipitation in polyethylene glycol. Mathematical data processing was carried out using statistical data analysis program Statistica 6. Indicators were nonparametric distribution, so Spearman rank coefficient was used for correlation analysis. Mann-Whitney test was used for paired comparisons.

**Results.** Patients with coronary artery disease had increased levels of the chol-CIC ( $p < 0.0001$ ) and decreased ( $p = 0.006$ ) level of Abs (IgM) to hypochlorite-LDL, compared with healthy controls and patients with preclinical atherosclerosis. A correlation between the levels of Abs (IgG) to the hypochlorite-LDL and Abs to MDA- and acetyl-LDL was found. Also there was a correlation between the content of the Abs (IgM) to MDA- and acetyl-LDL and the concentration of the chol-CIC. Connection between Abs levels and lipid parameters wasn't detected.

**Conclusions.** The presence of correlation between the levels of Abs to various modifications of LDL suggests multiple modification of LDL particles. However, the levels of Abs have little relation to the presence or absence of atherosclerosis. In contrast, the concentration of chol-CIC may serve as a marker of atherosclerosis.

## ФАКТОРЫ, ОТРИЦАТЕЛЬНО ВЛИЯЮЩИЕ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЕ УЧАЩИХСЯ

<sup>1</sup>Белова О.А.

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный университет имени С.А.Есенина», Рязань, Россия; [belolga60@gmail.com](mailto:belolga60@gmail.com)

Лонгитудинальные комплексные исследования последних лет показывают значительно ухудшающееся состояние психофизиологического здоровья учащихся. На необходимость исследования взаимосвязи обучения и здоровья нацеливают документы Министерства образования и науки Российской Федерации, Федеральные целевые программы: «Дети России», «Молодежь России», «Образование и здоровье». Увеличилось количество школьников, имеющих факторы риска в анамнезе. Многие из них страдают ММД, а также являются недоношенными, либо родившимися от родителей страдающих алкоголизмом, наркоманией. Отрицательно воздействуют на развивающийся организм завышенные школьные нагрузки, несоответствие их возрастным нормам, нарушением социальной и экологической обстановки. В структуре заболеваемости школьников Рязанской области встречаются в значительном соотношении заболевания: ЛОР – органов – 62,9%, сенсорных систем и ЦНС – 10%, инфекционные заболевания – 9%. Результаты профилактических осмотров учащихся до 14 лет и подростков 15-17, отражают значительное увеличение «школьных болезней», таких как в 4 раза увеличилась частота нарушения органов зрения, в 2,6 раза – слуха, в 7,3 раза – сколиозов. Ведущее место принадлежит факторам риска в организации деятельности – 25% от общего числа. У 50-60% учащихся данного возраста несформированы в значительной мере структуры, ответственные за регуляцию; у 53% школьников отмечается недостаточное развитие функциональных систем, отвечающих за осуществление деятельности нейрофизиологических процессов, поддержание общего тонуса. Структуры второго (операционного) блока связаны с организацией деятельности, поэтому у детей отмечаются сложности в понимании новых инструкций. У 12% школьников отмечается нарушение в речевом развитии, у 6% в развитии когнитивных процессов, у 4% нарушение в личностном развитии. Весь материал был подвергнут статистической обработке, и является достоверным ( $p < 0,05$ ). Отмечается тенденция к ухудшению соматического здоровья, особенно у девочек. У подростков преобладает срыв механизмов адаптации системы кровообращения в большей степени. Психофизиологические тенденции в развитии современных школьников следует учитывать в процессе индивидуального развития организма, при обязательном соблюдении физиолого-гигиенических нормативов, шкалы трудности уроков. В связи с тем, что ведущее место в состоянии ВНД и здоровья учащихся занимают «пограничные состояния», которые рассматриваются как выражение изменений деятельности систем адаптации, насущной необходимостью стало проведение своевременной коррекционно-развивающей работы со школьниками, гармоничное развитие личности с применением здоровьесберегающих технологий.

## NEGATIVE FACTORS AFFECTING THE STATE OF HEALTH OF SCHOOL CHILDREN

<sup>1</sup>Belova O.A.

<sup>1</sup>Federal State Educational Institution of Higher Education "Ryazan State University named S.A.Esenin",  
Ryazan, Russia; [belolga60@gmail.com](mailto:belolga60@gmail.com)

Longitudinal integrated studies in recent years show a much worse state of psycho-physiological health of students. The need to study the relationship of education and health are targeted documents Ministers of Education and Science of the Russian Federation, Federal target programs: "Children of Russia", "Youth of Russia", "Education and Health" the number of pupils who have a history of risk factors. Many of them suffer from MMD and are premature or born to parents suffering from alcoholism, drug addiction. Negative impact on the developing organism excessive school load mismatch of age norms, violation of social and environmental conditions. In the structure of morbidity school Ryazan region found in a significant proportion of the disease: ENT – organs – 62.9%, sensory systems and the central nervous system – 10%, infectious diseases – 9%. The results of preventive examinations of students up to 14 years and adolescents aged 15-17, represent a significant increase in "school diseases" such as a 4-fold increased incidence of eye disorders, 2.6 times – hearing, by 7.3 times – scoliosis. The leading role belongs to the risk factors in the organization – 25% of the total. In 50-60% of pupils of this age to a great extent unformed structures responsible for regulation; 53% of students indicated lack of development of functional systems responsible for implementing the activities of neurophysiological processes, maintaining the overall tone. Structures of the second (operating) unit associated with the organization of activities, so children are marked difficulty in understanding the new regulations. In 12% of the students there is a violation in speech development, 6% in the development of cognitive processes, from 4% in the violation of personal development. All the material was subjected to statistical analysis, and is a significant ( $p < 0,05$ ). There is a trend towards deterioration of physical health, especially in girls. In adolescents, the failure of the circulatory system prevails mechanisms of adaptation to a greater extent. Psychophysiological trends in the modern school should be considered in the process of individual development of the organism, in strict observation of physiological and hygienic standards, difficulties lessons scale. Due to the fact that the leading place in the state of GNI and health of pupils take "border states", which are considered as an expression of changes in the activities of adaptation systems, a necessity was the holding of timely correction and developing work with the students, the harmonious development of personality using health-technology.

## ИЗУЧЕНИЕ ГИПОЛИПЕМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДНОГО ТРАПИДИЛА

Белова Е.В., Ключева Н.Н., Калашникова Н.М., Окуневич И.В., Парфёнова Н.С., Виноградова Т.В.  
Федеральное государственное бюджетное учреждение НИИ «Экспериментальной медицины» СЗО РАМН,  
С-Петербург, ул. акад. Павлова 12, Россия. [nklyueva@gmail.com](mailto:nklyueva@gmail.com)

**Введение.** Новое производное препарата трапедила (рокорнал), препарата широко используемое в качестве дилататора коронарных артерий и как гипополипидемическое средство, нетоксично, эффективно как гипополипидемическое средство, нормализует показатели липидного и липопротеидного обменов.

**Цель исследования** – изучение влияния производного трапедила, на показатели липидного и липопротеидного обмена на различных моделях дислипидопротеидемий.

**Методы.** Исследования проведены на самцах крыс и морских свинок. У крыс гиперлипидемию индуцировали двумя методами: использованием диеты, обогащённой холестерином (ХС) с добавлением 6-метилтиоурацила (МТУ) и без его использования. У морских свинок использовали холестериновую диету вместе с жирами. Трапедил (ТЛ) и клофибрат (КЛ) использовали как препараты сравнения к производному трапедила (ПТЛ). Предварительно была изучена острая

токсичность этих препаратов в опытах на мышах. Производное трапедила оказалось менее токсично в 10 раз. ЛД-50 для ТЛ составило 0,6 г/кг массы тела, для ПТЛ – 6,0 г/кг. Полученные вещества животные получали с диетой. Использовали ТЛ в дозе 30 мг/кг, ПТЛ – 150 и 300 мг/кг. Продолжительность опытов составляла 20 дней. По окончании эксперимента проводили забор крови и печени для исследования липидных показателей. В сыворотке крови определяли ХС, триглицериды (ТГ) и холестерин липопротеидов высокой плотности (ХС-ЛПВП). В образцах печени, после предварительной экстракции липидов, определяли ХС и ТГ. ХС-ЛПНП и коэффициент атерогенности рассчитывали по известным формулам Фридвальда и Климова. Липопротеиды разделяли методом ультрацентрифугирования в градиенте плотности КВч. Статистический анализ проводили с помощью программы "Statgraphics".

**Результаты.** Эксперименты поставлены на крысах и морских свинках. Гиперлипидемию моделировали кормлением животных диетой обогащённой холестерином. Прежде всего, хотелось бы отметить, что во всех опытах с введением препарата ТЛ наблюдалась патологическая агрессивность животных, усиливавшаяся с увеличением дозы препарата. Подобного явления не наблюдалось при использовании ПТЛ. Содержание ХС в сыворотке крови и в печени снижалось у животных под воздействием ТЛ и ПТЛ. Оба препарата нормализовали нарушенный при гиперлипидемии липопротеидный спектр сыворотки крови. Однако влияние ПТЛ было значительно больше на восстановление ЛПВП, сниженных при дислипидопротеидемиях.

**Вывод:** Производное трапедила оказалось менее активным в снижении развития моделируемых дислипидопротеидемий, чем трапедил. Однако ПТЛ не оказывал негативных эффектов на животных в отличие от препарата сравнения и обладал значительно меньшей токсичностью и поэтому, может быть рекомендован, как гиполлипидемическое средство.

#### **THE STUDY OF HYPOLIPIDEMIC ACTION OF A TRAPIDIL DERIVATIVE**

**E. Belova, N. Klyueva, N. Kalashnikova, I. Okunevich, N. Parfenova, T. Vinogradova**

Federal State Budgetary Institution «Research Institute of Experimental Medicine» Saint-Petersburg, Russia,  
197376, [nklyueva@gmail.com](mailto:nklyueva@gmail.com)

A novel derivative of trapedil (rokornal) is widely used as a dilator of coronary arteries and as a lipid-lowering agent, it is non-toxic, effective as lipid-lowering agent, normalizes lipid and lipoprotein metabolism.

**The purpose** of the work is to study the effect of trapedil derivative on lipoprotein and lipid metabolism in different dislipoproteidemias models.

**Methods.** Studies were carried out on male rats and guinea pigs. Hyperlipidemia was induced in rats in two ways: using a diet enriched in cholesterol (CH) with addition of 6-methylthiouracil and without it. In guinea pigs the cholesterol diet was used with fats. Trapedil (TL) and clofibrate were used as reference drugs to a trapedil derivative (DTL). Previously the acute toxicity was studied in mice.

DTL 10 times was less toxic. LD-50 TL was 0.6 g/kg body weight, for DTL – 6.0 g/kg. The animals received TL and DTL with diet. TL was used at a dose of 30 mg/kg, DTL – 150 and 300 mg/kg. Duration was 20 days. Lipid parameters in blood serum sampling and in liver were determined.

CH, triglycerides (TG) and HDL-CH were determined in blood serum. CH and TG levels in samples of liver were determined, after preliminary extraction of lipids. LDL-CH and atherogenic index were calculated by the known formulas. Lipid content was determined by enzymatic method using Randox kits (England). Separation lipoprotein (LP) serum was carried using density gradient ultracentrifugation.

**Results.** Experiments were put on rats and guinea pigs. Hyperlipidemia was simulated by feeding animals a diet enriched with cholesterol. First of all, I would like to note that in all the experiments with introduction of the TL drug pathological aggression of animals was observed, and it increased with increasing dose. A similar phenomenon was not observed when using DTL. The content of cholesterol in the blood and in the liver decreased in animals exposed to human trafficking and PTL. Both drugs normalized abnormal hyperlipidemia serum lipoprotein spectrum. However, the effect of PTL was significantly greater for restoration of high-density lipoprotein, decreased in the dyslipidemia.

**Conclusion:** The trapedil derivative was less active in reduction of the simulated dislipoproteidemias than trapedil. However, PTL has no negative effects on animals, in contrast to the reference drug and has a much lower toxicity and thus can be recommended as lipid-lowering agents.

#### **КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ДЕВИАЦИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПСИХОСАНОКРЕАТОЛОГИИ**

**Березовская Е.С.**

Институт физиологии и санокреатологии АН Молдовы. Кишинэу, Республика Молдова,  
[berezovskaia69@mail.ru](mailto:berezovskaia69@mail.ru)

При изучении экстериоризации психического здоровья через призму психосанокреатологии, появилась необходимость дифференцировать поведение с целью выявления факторов, детерминирующих возникновение возможных вариантов девиантного или диссаногенного поведения. Для решения проблемы типологизации поведенческих девиаций было необходимо определить: какое поведение можно считать девиантным и выявить какие механизмы его обуславливают.

В основу классифицирования легла психосанокреатологическая концепция, выдвинутая академиком

Ф.И. Фурдуй (2014), согласно которой, под девиантным или диссаногенным поведением следует понимать результат психических процессов, обуславливаемых системой мотивов и потребностей, проявляющихся сознательно, либо бессознательно, посредством совокупности динамических или статических изменений как организма в целом, так и отдельных органов, противоречащих общепринятым социальным ценностям, периодически повторяющихся, провоцирующих диссаногению, и/или наносящих вред себе, обществу либо природе.

Исходя из данного определения, и в соответствии с детерминирующим механизмом, поведенческие девиации были распределены на две категории: патогенно-обусловленные и диссаногенно-обусловленные и структурированы в 5 групп:

- I. Генетически обусловленные.
- II. Физиологически обусловленные.
- III. Психогенные, в том числе, обусловленные нарушением эмоционального, стрессогенного, невротического, фобического характера или потребности в питании.
- IV. Социально-обусловленные, в том числе: с выраженной самоактуализацией; социальным негативизмом; аутодеструктивными (аддитивными, суицидальными и пр.); социально-деструктивными; морально-девиантными; делинквентными; криминогенными и пр.
- V. Психотические.

Предложенная классификация позволяет дифференцировать девиации по триггерным механизмам, прогнозировать возможные последствия диссаногенного поведения и разработать для патогенно-обусловленных девиаций соответствующие терапевтические меры, а для диссаногенно-обусловленных – методы коррекции и профилактики.

### **CLASSIFICATION OF BEHAVIORAL DEVIATIONS IN TERMS OF PSYCHOSANOCREATOLOGY** **Berezovskaia E.S.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology of Academy of Sciences of Moldova, berezovskaia69@mail.ru

Studying exteriorization of mental health through the prism of Psychosanacreatology, there is a need to differentiate the behavior in order to identify factors determining the occurrence of possible variants of deviant or dissanogen behavior. To resolve the problem of typology of behavioral deviancy was necessary to determine what kind of behavior can be regarded as deviant and discover what mechanisms cause it.

The classification was based on the Psychosanocreatological concept proposed by academician T.I. Furdui (2014), according to which, under the deviant or dissanogen behavior is to be understood as the result of psychical processes, whether is caused by the system of motives and needs, which manifest consciously or unconsciously, through the combination of dynamic or static changes as in the whole body as of individual organs, which is contrary to the generally accepted social values, recurrent, which is provokes the dissanogenic disorder and / or hurting themselves, society or nature.

Based on this determination and in accordance with determining mechanism behavioral deviation were divided into two categories: pathogen-mediated and dissanogen-mediated and structured in 5 groups:

- I. Genetically mediated.
- II. Physiologically mediated.
- III. Psychogenic, including conditioned violation of emotional, stressful, neurotic, phobic nature or of nutritional needs.
- IV. Socially mediated, including with severe self-actualization; with social negativism; auto-destructive (addictive, suicide and so on.); socially destructive; morally deviant; delinquent; criminogenic and so forth.
- V. Psychotically mediated

The proposed classification allows differentiating deviation on the trigger mechanism, to predict the possible consequences of dissanogen behavior and to develop appropriate therapeutic measures for pathogen-mediated deviations and to offer dissanogen-mediated methods of correction and prevention.

### **ИНФОРМАЦИОННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ТРЕМОРА В ОЦЕНКЕ АДАПТАЦИИ К ХОЛОДОВОМУ СТРЕССУ** **Берестин Д.К., Филатова Д.Ю., Стрельцова Т.В.**

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия

В производственных условиях Севера РФ довольно часто человек подвергается локальному переохлаждению. В этой связи изучались показатели нервно-мышечной системы юношей и девушек в возрасте от 20 до 28 лет, проживающих на Севере более 15 лет и имеющих различный опыт применения закаливающих процедур. Исследования проводились на трех группах испытуемых: 1-я группа 15 человек не закаливающихся, 2-я группа 15 человек закаливающихся менее года, 3-я группа 15 человек закаливающихся более 2-х лет. Измерение треморограмм производились до охлаждения и после 2 минут охлаждения в воде с  $t \approx 40^{\circ}\text{C}$ . Средний возраст обследуемых составил 22,8 лет. Показания тремора снимались до и после локального холодого воздействия. Были рассчитаны традиционные статистические показатели, площади квазиаттракторов (КА), матрицы парных сравнений треморограмм этих трёх групп испытуемых до и после воздействия с позиций новой теории хаоса-самоорганизации. Квазиаттракторы продемонстрировали наибольшее различие в сравнении со стохастикой, а матрицы парных сравнений выборки треморограмм у тренированных почти не изменяются до и после холодого воздействия, что является показателем высокой адаптации к холодовым воздействиям. Реакция разных групп испытуемых на холодовой стресс будет различной, что демонстрирует одновременно и степень адаптации к холодовому воздействию. В частности, у первой и второй групп испытуемых наблюдается существенное увеличение значений медиан выборки после локального холодого воздействия. Одновременно можно наблюдать разницу значений медиан между первой (до 1,32 у.е., после 2,22 у.е.) и второй (до 0,81 у.е., после 1,58 у.е.)



группами испытуемых для площадей КА. В то же время третья группа испытуемых показала несущественное уменьшение между значениями медиан до и после (до 1,05 у.е., после 0,98 у.е.) локального холодного воздействия. Такие результаты можно объяснить эффектом закаливания организма, т.к. после локального холодного воздействия в первой группе значение медианы для площадей КА увеличивается в 1,68 раза, тогда как во второй группе (но здесь исходная площадь очень мала 0,81 у.е. против 1-й группы 1,32 у.е.) после локального холодного воздействия значение медианы КА увеличивается в 1,95 раза. Размеры КА треморограмм при сравнении групп до и после воздействия демонстрирует существенные различия в реакциях организма изучаемых трех групп испытуемых (без адаптации, со слабой адаптацией и хорошо адаптированные к холодному стрессу).

### **INFORMATION SIGNIFICANCE OF TREMOR IN THE ASSESSMENT OF ADAPTATION TO COLD STRESS**

**Berestin D.K., Filatova D.S., Streltsova T.V.**

Surgut state University", Surgut, Russia

A person is exposed to a local cooling quite often in industrial conditions in the North of Russian Federation. Taking this into account the research was conducted using the data of indicators of neuromuscular system of young men and women aged between 20 to 28 years, living in the North for over 15 years and have various experience in procedures of hardening of the human body with cold water. The research was conducted on three groups of subjects: 1st group consisted of 15 subjects with no experience in procedures of cold hardening of body, 2nd group consisted of 15 subjects with experience in procedures of cold hardening of body during less than a year, 3rd group consisted 15 subjects with experience in procedures of cold hardening of body for more than 2 years. The recording of tremorograms was made before the body cooling and 2 minutes after cooling, the temperature of cooling water was  $t \approx 4^\circ \text{C}$ . The average age of respondents was 22,8 years. Indications of tremors was recorded before and after local cold exposure. The traditional statistics were calculated, alongside the area of quasi-attractors (QA), the matrix of pairwise comparisons of tremorograms representing these three groups of subjects before and after exposure were calculated from the standpoint of the new theory of chaos-self-organization. Quasi-attractors showed the greatest difference in comparison with stochastics, and the matrix of pairwise comparisons of tremorogram samples obtained from physically trained subjects showed little change before and after cold exposure, this reflects the strong adaptation to cold stress. The reaction of different groups of subjects to cold stress will be different, that demonstrates a degree of adaptation to cold exposure. In particular, the first and second groups of subjects observed a significant increase in the values of medians of samples after local cold exposure. One can observe the difference of medians between the first ("before" 1,32 a.u., "after" 2,22 a.u.) and second ("before" 0,81 a.u., "after" 1,58 a.u.) groups of subjects for areas of QA. At the same time, the third group subjects showed a non significant decrease between the values of the medians before and after ("before" 1,05 a.u., "after" 0,98 a.u.) local cold exposure. These results can be explained by the effect of body hardening, because after local cold exposure in the first group the median of areas of QA increases 1,68 times, while in the second group (but here the initial area is very small (0,81 a.u.) against the 1st group (1,32 a.u.)) the median value of QA is increased in 1,95 times after local cold exposure. Dimensions of QA of tremorograms when comparing groups before and after exposure shows substantial differences in the reactions of three studied groups of subjects (without adaptation, with weak adaptation and well-adapted to the cold stress).

### **ДОЗОЗАВИСИМЫЙ ЭФФЕКТ ГАЛОПЕРИДОЛА НА СОКРАТИМОСТЬ МИОКАРДА КРЫС**

**Билалова Г.А., Ситдигов Ф.Г., Дикопольская Н.Б., Шайхелисламова М.В., Хафизова Э.Ф.**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия  
[g.bilalova@mail.ru](mailto:g.bilalova@mail.ru)

Доказана роль дофаминергической системы в деятельности сердечно-сосудистой системы, в осуществлении двигательных, нейроэндокринных функций, а также возможно её участие в патогенезе ряда нервно-психических заболеваний (Blinn et al., 1980). Дофамин (ДА) синтезируется в качестве промежуточного или конечного продукта во многих клетках и органах. Так ДА является промежуточным продуктом синтеза норадреналина в симпатической нервной системе, хромоаффинных клетках надпочечников и параганглиев. Не смотря на то, что большая часть ДА в данных органах превращается в норадреналин, считается, что он так же может выделяться в общую систему циркуляции как самостоятельный продукт (Chritton et al., 1997). Существует предположение, согласно которому сердце так же способен синтезировать ДА. Так было показано, что интракардиальные ганглии обладают хромоаффинными клетками (Jacobowitz, D. 1967). Кроме того, трансплантаты ткани миокарда имеют удивительно высокие концентрации ДА (Regitz, Fleck, 1992). Действие дофамина на сердце в основном опосредуется как адренергическими, так и дофаминовыми рецепторами. Известно, что в сердце крыс обнаружено D1- и D2-рецепторы, но функциональная роль этих рецепторов остается не ясной.

Галоперидол известен как препарат, оказывающий успокаивающее действие на все сферы психической деятельности, является антагонистом дофаминергических нейронов. Таким образом, воздействие галоперидола является фармакологически адекватным при изучении роли дофаминергической системы. На установке "PowerLab" регистрировали изометрическое сокращение полосок миокарда предсердий и желудочков крыс 100-суточного возраста на действие галоперидола. У 100 – суточных животных антагонист дофаминовых рецепторов вызывает дозозависимое сокращение миокарда предсердий и желудочков крыс в диапазоне концентрации  $10^{-6}$ - $10^{-4}$ М. Галоперидол в концентрации  $10^{-3}$ М вызывает увеличение сократимости миокарда у 100-суточных крыс к 1-5 минуте после добавления. Максимальный положительный инотропный эффект в желудочках составляет 12,79%, в предсердиях 14,99%. У 100-суточных животных галоперидол в концентрации  $10^{-3}$ М вызывает увеличение сократительной активности миокарда и к 19 минуте составляет в желудочках 13,7%, а в предсердиях к 5 минуте 1,72%. Действие галоперидола в концентрации  $10^{-4}$ М вызывает резкое уменьшение сократимости миокарда у 100-суточных крыс уже с 1 минуты после добавления. Максимальный отрицательный инотропный эффект к

10 мин в предсердиях составляет 90,7%, в желудочках составляет 15,98%. Следовательно, влияние неселективного антагониста дофаминергических рецепторов галоперидола на сократимость миокарда крыс зависит от концентрации вещества.

#### **DOSE-DEPENDENT EFFECT OF HALOPERIDOL ON THE MYOCARDIAL CONTRACTILITY OF RATS**

**Bilalova G.A., Sitdikov F.G., Dikopolskaya N.B., Shaykhelislamova M.V., Khafizova E.F.**

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia  
g.bilalova@mail.ru

Proved the role of the dopaminergic system in the cardiovascular system, in the implementation of motor, and neuroendocrine functions, as well as its possible involvement in the pathogenesis of several neuropsychiatric diseases (Blinn et al., 1980). Dopamine (DA) is synthesized as an intermediate or end product in many cells and organs. So DA is an intermediate product of norepinephrine synthesis in sympathetic nervous system, chromaffin cells of adrenal gland and paraganglia. Despite the fact that the majority of DA in these organs is converted into norepinephrine, it is believed that it can be released into the General circulation system as a standalone product (Chritton et al., 1997). There is a presumption that the heart is as capable of synthesizing DA. It was shown that intracardiac ganglia have chromaffin cells (Jacobowitz, D. 1967). In addition, grafts of myocardial tissue have a surprisingly high concentration of DA (Regitz, Fleck, 1992). The action of dopamine on the heart is mediated mainly as adrenergic and dopamine receptors. It is known that in heart of rats found D1 – and D2-receptors, but the functional role of these receptors remains unclear.

Haloperidol is known as a drug that has a calming effect on all spheres of mental activity, is an antagonist of dopaminergic neurons. Thus, the effect of haloperidol is pharmacologically adequate in examining the role of the dopaminergic system. On the "PowerLab" was recorded isometric contraction of strips of myocardium of the Atria and ventricles of rats of 100-day-old age on the action of haloperidol. 100 – day-old animals antagonist of dopamine receptors causes a dose-dependent reduction of the myocardium of the Atria and ventricles of rats in the concentration range 10<sup>-6</sup>-10<sup>-4</sup>M. Haloperidol at a concentration of 10<sup>-6</sup>M causes an increase in contractility of the myocardium in 100-day-old rats to 1-5 minutes after addition. The maximum positive inotropic effect in the ventricles is 12,79%, in the Atria 14,99%. 100-day-old animals haloperidol at a concentration of 10<sup>-5</sup>M causes an increase in contractile activity of the myocardium and to 19 minutes in the ventricles is 13,7%, and in the Atria to 5 minute 1,72%. The effect of haloperidol at a concentration of 10<sup>-4</sup>M causes a dramatic decrease in the contractility of the myocardium in 100-day-old rats as early as 1 minute after addition. The maximum negative inotropic effect of 10 min in the Atria is 90.7 %, in the ventricles is 15,98%. Therefore, the influence of a nonselective antagonist of dopaminergic receptors haloperidol on myocardial contractility of rats depends on the concentration of the substance.

#### **РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМА МИТОХОНДРИЙ ГОРОХА АНТИОКСИДАНТАМИ В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ**

**Бинюков В.И.<sup>1</sup>, Жигачева И. В.<sup>1</sup>, Миль Е.М.<sup>1</sup>, Албантова А.А.<sup>1</sup>**

Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, г. Москва 117334, ул. Косыгина д.4., 137-41-01,  
elenamil2004@mail.ru

В последнее время антиоксиданты широко используются для преодоления влияния окислительного стресса на организмы и развитие растений. В работе было исследовано действие антиоксидантов (мелафена и герматрана). Действие регулятора роста растений мелафена во многом сопоставимо с действием регуляторной АТФ. Исследования показали, что герматраны обладают высокой биологической активностью (антивирусной, нейротропной, анальгезирующей), и в то же время препарат 1-герматранол, проявляет антистрессовые свойства, повышая устойчивость растений к большим перепадам температур.

В нашей работе исследовали совместное влияние дефицита влаги и умеренного охлаждения до 14°C в течении 2х суток, при обработке семян гороха (*Pisum sativum* L.), сорт Флора-2 водными растворами препаратов: фенозана (2×10<sup>-12</sup>M) и герматрана [1-(герматран-1-ил) оксикарбонил-1-аминоэтан, в концентрации 10<sup>-5</sup>M. Методом АСМ было изучено влияние стрессового воздействия до и после предварительной обработки семян АО на морфологию митохондрий 6-дневных проростков гороха. Поскольку в ряде работ предполагается, что биологические эффекты малых доз растворов препарата обусловлены образованием наноассоциатов, для появления которых необходимо наличие магнитных и электромагнитных полей, в работе было сопоставлено влияние водных растворов мелафена (МФ) и герматрана, приготовленных в обычных условиях и в пермаллоевом контейнере, снижающем индукцию геомагнитного поля более чем в тысячу раз. Такая обработка могла бы повлиять на функциональное состояние митохондрий 6-дневных проростков гороха. Для фиксации и количественной оценки размерных параметров растительных митохондрий и эритроцитов, измеряемые образцы фиксировали 2% глутаровым альдегидом в течении 5 мин, все процедуры проводили в мокром состоянии на кремниевой подложке или переводили на кремниевую подложку, промывали дистиллированной водой и подсушивали на воздухе. Объем и другие параметры определяли с помощью программ Image Analyzis и Statistica методом атомно – силовой микроскопии (АСМ). Обнаружено, что недостаточное увлажнение и умеренное охлаждение приводило к изменению морфологии митохондрий: появлялись митохондрии большего объема (V<sub>ср.</sub> = 115,1(мкм)<sup>2</sup> × нм) по сравнению с контрольной группой проростков (V<sub>ср.</sub> = 80,7(мкм)<sup>2</sup> × нм), что, вероятно, свидетельствовало о набухании органелл. Обработка семян фенозаном или герматраном предотвращала набухание митохондрий. Размеры митохондрий приближались к контролю и в случае герматрана были даже несколько ниже этих значений (V<sub>ср.</sub> = 59,4 (мкм)<sup>2</sup> × нм). Делается предположение, что защитный эффект исследуемого герматрана, как и мелафена обусловлен его антиоксидантными свойствами. Следует отметить, что обработка растворов в условиях пермаллоидного контейнера не влияла на защитные свойства АО по сохранению морфологии митохондрий в стрессовых условиях.

## ADJUSTING THE VOLUME OF MITOCHONDRIA BY ANTIOXIDANTS UNDER STRESSFUL CONDITIONS

V. I. Binyukov<sup>1</sup>, I. V. Zhigacheva<sup>1</sup>, E. M. Mil<sup>1</sup>, A. A. Albantova<sup>1</sup>

Institute of Biochemical Physics NM Emanuel Academy of Sciences, Moscow, 117334, st.

Kosygin d.4., 137-41-01, elenamil2004@mail.ru

Lately antioxidants are widely used to overcome the influence of oxidative stress on the body and development of plants. In this paper it was investigated the action of the antioxidants (melaphen and germatran). It was found that the effect plant growth – melafen is largely comparable with of regulatory ATP. Studies have shown that germanium have a high biological( anti-virus, neurotropic, analgesic) activity, and at the same time, the drug germatronol-1 shows antistress properties and possible to increases the resistance of plants to heat stress.

In our study examined the combined influence of water deficit and moderate cooling to 14 °C for 2 days, in the germination of peas (*Pisum sativum* L.), Flora Class 2 by water solution of melaphen ( $2 \times 10^{-12}$  M) and germatran [1- (germatran-1-yl) oxycarbonyl-1-aminoetan at a concentration of  $10^{-5}$  M. By AFM method studied the effect of stress before and after the pre-treatment of seed stock by AO on the morphology of mitochondria 6-day-old etiolated pea seedlings. A number of studies it is assumed that the biological effects of low doses of the drug solution are due to the formation nanoassociates, for the appearance of which it is necessary the presence of magnetic and electromagnetic fields. In this work was compared the effect of aqueous solutions melaphen (MF) and germatran prepared in normal conditions and in the permalloy container on the functional state of mitochondria 6-day-old pea seedlings and quantifying the dimensional parameters of plant mitochondria. The samples mitochondria were fixed with glutaraldehyde 2% for 5 min, all procedures were carried out in the wet state on the silicon substrate with washing with distilled water and it was air dried.

The volumes and other parameters of AFM images was determined using software Image Analysis and Statistica. This results showed that insufficient watering and cooling affected in the morphology of mitochondria: appeared of mitochondria larger volume ( $V_{av} = 115.1 \text{ (mm)}^2 \times \text{nm}$ ) compared with the control group of seedlings ( $V_{av} = 80.7 \text{ (mm)}^2 \times \text{nm}$ ), which is probably indicative on swelling organelles. Seed treatment melaphene  $10^{-12}$  M or germatranes  $10^{-5}$  M prevents mitochondrial swelling. The effect of these compounds on the growth and development of plants possibly connected with their atioxidant properties.

## РЕГУЛЯЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОПРЯЖЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ-СОКРАЩЕНИЯ ГЛАДКОМЫШЕЧНЫХ КЛЕТОК СОСУДОВ ПРИ ГИПОКСИИ И РЕОКСИГЕНАЦИИ

Бирulina Ю.Г., Гусакова С.В., Ковалев И.В., Смаглий Л.В., Петрова И.В.

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Томск, Россия; [birulina20@yandex.ru](mailto:birulina20@yandex.ru)

Нарушения кислородного гомеостаза затрагивают многие функциональные процессы организма, в том числе, влияют на механизмы регуляции сократительных реакций гладкомышечных клеток (ГМК), формирующих стенку кровеносных сосудов. Существующие данные утверждают, что гипоксия ГМК сосудов приводит к снижению силы их сокращений, но практически отсутствуют данные о влиянии реоксигенации.

Исследовали изменение механического напряжения (МН) деэндотелизированных гладкомышечных сегментов аорты крыс-самцов Wistar в условиях гипоксии/реоксигенации. Гипоксический раствор Кребса создавали путем насыщения его газообразным азотом (15 мин). Объемная доля кислорода в растворе при этом не превышала  $10.0 \pm 0.2$  об.%. Реоксигенация достигалась сменой гипоксигенированного раствора на физиологический. Сократительные ответы ГМК регистрировали методом механографии (Myobath II/LAB-TRAX-4/16 (Германия)). Тестируемые соединения: тетраэтиламмония хлорид (ТЭА), 4-аминопиридин (4-АП), глибенкламид (ГБ) (все Sigma, США).

Инкубация сосудистых ГМК в гипоксическом растворе Кребса в течение 60 мин не влияла на их исходное МН. Однако в условиях гипоксии и реоксигенации происходило угнетение сократительных реакций сегментов, преобработанных гиперкалиевым раствором (30 мМ KCL) или ФЭ (1 мкМ), по сравнению с нормоксией. Причем амплитуда сокращений ГМК, вызванных ФЭ, при изменении их оксигенации снижалась в большей степени. Добавление 10 мМ ТЭА на фоне гиперкалиевой или ФЭ-индуцированной контрактуры при гипоксии увеличивало МН сосудистых сегментов на 16,9% и 26% ( $n=10$ ,  $p<0.05$ ), а при реоксигенации – на 15,6% и 23,5% ( $n=10$ ,  $p<0.05$ ), соответственно, от контрольного сокращения при данных условиях. Констрикторный эффект 1 мМ 4-АП (блокатор  $K^+_{v}$ -каналов) также статистически значимо усиливался при гипоксии/реоксигенации сегментов, преобработанных KCL (30 мМ) или ФЭ (1 мкМ), по сравнению с аналогичным при нормоксии. Добавление 10 мкМ ГБ (блокатор  $K^+_{ATP}$ -каналов) в условиях гипоксии и реоксигенации вызывало достоверный прирост МН сегментов аорты крысы, предсокращенных только ФЭ.

Таким образом, в условиях гипоксии и реоксигенации происходило угнетение сократительных реакций сосудистых ГМК, обусловленное не только изменением кальциевой проводимости мембраны при действии различных агентов, индуцирующих сокращение ГМК, но и активацией калиевых каналов плазмалеммы.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (соглашение № 16-34-00419).*

## REGULATION OF EXCITATION-CONTRACTION COUPLING IN VASCULAR SMOOTH MUSCLE CELLS DURING HYPOXIA AND REOXYGENATION

Birulina J.G., Gusakova S.V., Kovalev I.V., Smacliv L.V., Petrova I.V.

Siberian State Medical University, Tomsk, Russia [birulina20@yandex.ru](mailto:birulina20@yandex.ru)

Disturbances of oxygen homeostasis affect on many functional processes in the body, including the impact on the mechanisms of regulation of contractile responses of smooth muscle cells (SMCs) in the wall of blood vessels. Current data suggest that hypoxia reduces the force of SMCs contractions, but there is some evidence for effects of reoxygenation on contractile activity of vascular SMCs.

We investigated the changes of mechanical tension of endothelium-denuded smooth muscle segments of male Wistar rat aorta under hypoxia/reoxygenation. Hypoxic conditions were created by bubbling nitrogen (N<sub>2</sub>) through the solutions of the test compounds immediately before the experiment. The oxygen content in the solution was 10.0±0.2%. Reoxygenation was achieved by the change of hypoxic solution on a solution with normal oxygen content. Contractile responses were evaluated by method of mechanography (Myobath II and software LAB-TRAX-4/16 (Germany)).

Incubation of vascular SMCs in hypoxic Krebs solution for 60 min had no effect on their basal tone. Under conditions of hypoxia and reoxygenation were registered a decrease of mechanical tension of SMCs from the rat aorta precontracted with high potassium (KCL, 30 mM) Krebs solution or phenylephrine (PE, 1 μM). Moreover, amplitude of SMCs contractions induced by PE decreased to a greater extent. On this background adding non-selective potassium channels blocker – tetraethylammonium (TEA, 10 mM) – increased the mechanical tension of vascular segments precontracted with high potassium solution or PE: in hypoxia to 16,9% and 26% (n=10, p<0.05), while reoxygenation to 15.6% and 23.5 % (n=10, p<0.05), respectively, compared to control in these conditions. Constrictor effect of 4-aminopyridine (1 mM) is also significantly enhanced in hypoxia/reoxygenation of vascular segments pretreated by KCL (30 mM) or PE, compared to normoxia. Adding glibenclamide (10 μM) in the conditions of hypoxia or reoxygenation causes a significant increase of mechanical tension of aortic segments pretreated only the PE.

Thus, the relaxation of vascular smooth muscles in hypoxia/reoxygenation caused by the changes in calcium conductance of the SMCs and activation of potassium channels of the membrane.

*The work was supported by the RFBR (№16-34-00419).*

### **ДОФАМИНЕРГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОЗГА И БОЛЕЗНЬ АЛЬЦГЕЙМЕРА**

**Бобкова Н.В., Воробьев В.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биофизики клетки Российской академии наук, Пущино, Россия, [nbobkova@mail.ru](mailto:nbobkova@mail.ru)

Болезнь Альцгеймера (БА) является распространенным нейродегенеративным заболеванием (НЗ), в отношении которой отсутствует эффективное лечение. Решение этой проблемы возможно только на пути проведения фундаментальных исследований на моделях БА с учетом многообразия ее форм и коморбидности с депрессией и экстрапирамидными расстройствами. Сенильные бляшки и нейрофибриллярные клубки являются характерными признаками БА, однако причины накопления формирующих их белков, бета-амилоида (βA) и гиперфосфорилированного белка Tau, остаются малопонятными. Является ли их отложение результатом нарушения синаптической пластичности или дисфункция синапсов вызвана токсичностью этих соединений, пока не известно. В любом случае, нарушения в синаптической передаче сопровождаются ослаблением активности нейромедиаторных систем, что показано для ацетилхолинергической и серотонинергической систем при БА. Значительно менее изученной является роль дофаминергической системы (ДАС) в патогенезе БА, хотя результаты посмертных исследований свидетельствуют о нарушении этой системы при БА (1-3), в частности, обнаружены изменения в локализации и плотности D-рецепторов в височной и префронтальной коре, а также в гиппокампе (4,5). Имеется ограниченное число работ о состоянии ДАС на животных моделях БА. Так, у трансгенных линий мышей 3Tg-AD и TgCRND8 повышение уровня дофамина (ДА) в мозге вызывало восстановление памяти (6-8) и снижение уровня βA в гиппокампе (7). Нами установлено, что позитивный эффект фуллерена C<sub>60</sub>HuFn на крысах с внутримозговым введением βA опосредован через ДАС (9). В черной субстанции, одном из основных источников ДА в мозге, обнаружено близкое соседство патологически измененных ДА-нейронов с амилоидными бляшками (10). Предполагается, что гибель ДА-нейронов в ретробульбарном поле и черной субстанции ответственна за нарушение моторной функции, наблюдаемой у 35% больных БА (11), в то время как поражение нейронов поля А10 (Ventral Tegmental Area), аксоны которых формируют мезо-кортико-лимбический путь и заканчиваются в коре, гиппокампе и *n. accumbens*, сопровождается нарушением памяти при БА, фронто-темпоральной деменции и болезни Паркинсона. В последнее время активно обсуждается роль нарушений в обонятельной системе, в частности, в обонятельных луковицах, занимающих второе место по числу ДА-нейронов, в генезе перечисленных выше НЗ (12,13). Обнаружено удивительное функциональное взаимодействие ДА-нейронов этой мозговой структуры с нигростриатной системой (14), что открывает путь для исследования механизмов НЗ и разработки перспективных подходов для их лечения.

Цитируемая литература: 1. Winblad B, Hardy J, Backman L, et al., *Ann NY Acad Sci.* 1985; 444: 255–268. 2. Nazarali AJ, Reynolds GP. *Cell Mol Neurobiol.* 1992; 12: 581–587. 3. Storga D, Vrecko K, Birkmayer JG, et al., *Neurosci Lett.* 1996; 203: 29–32. 4. Kemppainen N, Laine M, Laakso MP, et al., *Eur J Neurosci.* 2003; 18:149–154. 5. Kumar U, Patel SC. *Brain Res.* 2007; 1131(1): 187–196. 6. Guzmán-Ramos K, Moreno-Castilla P, Castro-Cruz M, et al., *Learn Mem.* 2012;19(10): 453-460. 7. Himeno E, Ohyagi Y, Ma L et al., *Ann Neurol.* 2010; 69: 248–256. 8. Ambree O, Richter H, Sachser N, et al., *Neurobiol Aging* 2009; 30(8): 1192-1204. 9. Vorobyov V, Kapsov V, Gordon R et al., *J Alzheimers Dis.* 2015; 45(1): 217-233. 10. Perez SE, Lazarov O, Koprach JB et al., *J. Neurosci.* 2005; 25: 10220–10229. 11. Lopez OL, Wisniewski SR, Becker JT et al., *Arch Neurol.* 1997; 54(8): 969-975. 12. Nuber S, Tadros D, Fields J, et al., *Acta Neuropathol.* 2014; 127(4): 477–494. 13. Бобкова НВ. Изд-во Наука, М, 2010, Нейродегенеративные заболевания. Фундаментальные и прикладные аспекты: 341-350. 14. Outeiro TF, Klucken J, Vercurry K, et al., *PLoS One.* 2009; 4:e6906.

*Работа поддержана грантом РФФИ №16-04-00942*

### **BRAIN DOPAMINERGIC SYSTEM AND ALZHEIMER'S DISEASE**

**Bobkova N.V., Vorobyov V.V.**

Institute of Cell Biophysics, Russian Academy of Sciences, 142290 Pushchino, Moscow Region, Russia,  
[nbobkova@mail.ru](mailto:nbobkova@mail.ru)

Alzheimer's disease (AD) is the widespread neurodegenerative disease (ND) characterized by a lack of effective treatment. The solving of this problem is only possible on the basis of fundamental studies in different models of AD taking into account both its forms diversity and its co-morbidity with depression and extra-pyramidal disturbances. Senile plaques and neurofibrillary tangles of hyperphosphorylated Tau protein are typical morphological hallmarks of AD; however, the depositing mechanism(s) for the amyloid-beta ( $\beta$ A) and Tau peptides involved in forming of these hallmarks are yet unknown. Whether the increased deposits of these peptides are the result of disturbances in synaptic plasticity or the synaptic malfunctioning is produced by their neurotoxicity, need to be answered. In any case, disturbances in synaptic transmission are accompanied by the weakening of the neurochemical systems activities that was shown for cholinergic and serotonergic systems in AD. A role of dopaminergic system (DAS) in pathogenesis of AD is much lesser studied, despite on dramatic disturbances in this system demonstrated in postmortem brain analyses in AD patients (1-3), particularly, robust changes in dopamine (DA) receptor localization and density were revealed in the temporal and prefrontal cortex, and in the hippocampus (4, 5). There are a limited number of DAS studies on animal's models of AD. In transgenic mice 3Tg-AD and TgCRND8, experimental treatments increasing DA level in the brain promoted memory recovery (6-8) and  $\beta$ A level decrease in the hippocampus (7). We have shown, in particular, that the beneficial effect of fullerene C<sub>60</sub>H<sub>y</sub>F<sub>n</sub> on rats with intracranial injection of the  $\beta$ A is associated with DAS involvement (8). In the substantia nigra, one of the main DA sources in the brain, obvious coexistence of DA-neurons with pathology and amyloid plaques was revealed (10). The losing of DA-neurons in retrorubral area and substantia nigra supposed to be responsible for movement disturbances observed in 35% of AD patients (11), whereas the damaging of neurons in A10 field (Ventral Tegmental Area), whose axons form meso-cortical-limbic pathway and terminate in the cortex, hippocampus, and n. *accumbens*, accompanied by memory impairment in AD, frontal-temporal dementia, and Parkinson's disease. Recently, a role of olfactory system disturbances (in particular, in the olfactory bulbs, where the second highest concentration of DA-neurons was revealed) in mentioned above ND is intensively discussed (12, 13). Amazing functional interactions of these DA-neurons with the nigrostriatal system has been shown (14) that open the way for further studies of ND mechanisms and for the development of perspective approaches for their treatment.

#### **АКТИВНОСТЬ МОЗГА, НАИБОЛЕЕ СПЕЦИФИЧНАЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ВООБРАЖАЕМЫХ ДВИЖЕНИЙ ОДНОЙ РУКИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР**

**Бобров П.Д.<sup>1,2</sup>, Исаев М.Р.<sup>3</sup>, Коршаков А.В.<sup>2</sup>, Оганесян В.В.<sup>1</sup>, Фролов А.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук, Москва, Россия; <sup>2</sup> Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия; <sup>3</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)», Долгопрудный, Московская область, Россия; p-bobrov@yandex.ru

В работе было исследовано воображение движений во время управления интерфейсом мозг-компьютер (ИМК) у пяти добровольцев без известных неврологических отклонений. Для управления ИМК каждый из добровольцев должен был по визуальной подсказке кинестетически представлять себе сжатие в кулак левой или правой кисти, непрерывное движение вперед всей левой или правой руки, а также расслабиться, т.е. выполнять пять различных ментальных задач в ходе каждой экспериментальной сессии. Каждый доброволец участвовал в 10 экспериментах, состоявших из 2 сессий длительностью 10 минут. Во время экспериментов регистрировалась электроэнцефалограмма при помощи 40 электродов. Во время кинестетического представления движений предъясвлялась зрительная обратная связь, основанная на результатах работы Байесовского классификатора, примененного к сигналу ЭЭГ.

Точность распознавания пяти состояний, усредненная по всем сессиям для каждого испытуемого, составила  $0.58 \pm 0.02$ ,  $0.57 \pm 0.03$ ,  $0.54 \pm 0.03$ ,  $0.53 \pm 0.02$ ,  $0.28 \pm 0.01$ . Таким образом, для четырех из пяти добровольцев точность классификации более чем в два раза превысила уровень случайного распознавания, 0.2. Выделение независимых компонент сигнала, наиболее значимых для классификации задач эксперимента, методами AMICA, Infomax (RunICA), SOBI и оптимизации кюртозиса позволило повысить точность распознавания пяти состояний до  $0.71 \pm 0.02$ ,  $0.69 \pm 0.04$ ,  $0.62 \pm 0.03$ ,  $0.60 \pm 0.02$ ,  $0.37 \pm 0.02$  (приводятся результаты для метода AMICA, как наилучшие). В среднем для первых четырех добровольцев было выделено 5 компонент, обеспечивающих наилучшее распознавание, для последнего — 3 компоненты. Несмотря на достаточно высокую достигнутую точность распознавания, для всех записей выделялось всего две значимые компоненты с четкой латерализацией и частотным пиком в альфа диапазоне, отражающих специфические изменения амплитуды мю-ритма.

#### **BRAIN ACTIVITY THE MOST RELEVANT TO DIFFERENT HAND IMAGINARY MOVEMENT CLASSIFICATION WHILE BRAIN-COMPUTER INTERFACE**

**Bobrov P.D.<sup>1,2</sup>, Isaev M.R.<sup>3</sup>, Korshakov A.V.<sup>2</sup>, Oganesyanyan V.V.<sup>1</sup>, Frolov A.A.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Institute for higher nervous activity and neurophysiology of Russian academy of sciences, Moscow, Russia; <sup>2</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia; <sup>3</sup> Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny, Moscow Region, Russia; p-bobrov@yandex.ru

The study was aimed to investigate performing motor imagery tasks by five volunteers with no reported neurological disorders while controlling a brain-computer interface. Subjects had to relax or perform kinesthetic imagery of left or right palm contraction, moving left or right arm forward according to visual cue, i.e. there were five different mental tasks to perform during each experimental session. Each subject participated in 10 experiments which were made of two sessions 10 minutes long. In the experiments EEG was recorded with 40 electrodes.

Visual feedback was presented during kinesthetic motor imagery by means of Bayesian classifier applied to EEG data.

The accuracy of classification of the experimental tasks, averaged over all sessions, was  $0.58 \pm 0.02$  for the first subject,  $0.57 \pm 0.03$  for the second,  $0.54 \pm 0.03$  for the third,  $0.53 \pm 0.02$  for the fourth, and  $0.28 \pm 0.01$  for the fifth one. These values indicate that performance of the first four subjects was more than twice better than level of random recognition, 0.2. EEG independent components the most relevant to classification were extracted by means of AMICA, Infomax (RunICA), SOBI and kurtosis optimization with subsequent greedy search. This allowed to increase accuracy of the task classification to  $0.71 \pm 0.02$ ,  $0.69 \pm 0.04$ ,  $0.62 \pm 0.03$ ,  $0.60 \pm 0.02$ ,  $0.37 \pm 0.02$  (the results are presented for AMICA since the increase was the highest). On average there were 5 the most relevant components found for the first four subjects while there were only 3 components found for the fifth subject. Despite relatively high classification accuracy achieved after the relevant component search there were only two components for each record with specific lateralization and power spectrum peak in the alpha band, which reflected specific change in mu-rhythm amplitude.

### **ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ТРЕНИНГ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ «ИНТЕРФЕЙС МОЗГ-КОМПЬЮТЕР»**

**Боброва Е.В.<sup>1</sup>, Казакова И.А.<sup>2</sup>, Савинкина А.О.<sup>3,4</sup>, Волкова К.В.<sup>5</sup>, Богачева И.Н.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Институт физиологии им. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия); <sup>2</sup> Северо-Западный филиал ФКУ ЦЭПП МЧС России (Санкт-Петербург, Россия); <sup>3</sup> Институт медико-биологических наук РАН (Москва, Россия); <sup>4</sup> Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (Москва, Россия); <sup>5</sup> Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики" eabobrov@gmail.com

Поддержание внимания на движении или кинестетическом ощущении определенной части тела играет ключевую роль в управлении системой «интерфейс мозг-компьютер». Исследование посвящено анализу эффективности управления системой ИМК в зависимости от способности осуществлять сложные координированные движения, требующие поддержания внимания на различных частях тела. Предполагается, что обучение таким движениям способствует формированию более устойчивого и яркого внутреннего представления движения. Процедура эксперимента включает выполнение батареи тестов и непосредственное управление системой ИМК до и после двигательного тест-тренинга, дающего, с одной стороны, возможность проанализировать двигательные навыки, с другой стороны, сформировать у участника эксперимента состояние углубленного внимания к кинестетическим ощущениям во время движения. Батарея тестов включает опросник способности мысленного представления движения (Movement Imagery Questionnaire-3), опросник внимательности и осознанности MAAS (русская версия), психофизиологическое тестирования трех компонентов внимания (бдительность, ориентация, исполнительный контроль) тестом АНТ, теппинг-тест и тест стабильности внимания при восприятии реверсивных изображений. Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-04-01183).

### **PSYCHOPHYSIOLOGICAL TRAINING FOR OPTIMIZATION OF LEARNING TO CONTROL BRAIN-COMPUTER INTERFACE**

**Bobrova E.V.<sup>1</sup>, Kazakova I.A.<sup>2</sup>, Savinkina A.O.<sup>3,4</sup>, Volkova K.V.<sup>5</sup>, Bogacheva I.N.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pavlov Institute of Physiology (St. Petersburg, Russia); <sup>2</sup> North-West Branch of the Russian Emergencies Ministry FKU CEPP (St. Petersburg, Russia); <sup>3</sup> Institute of biomedical problems of RAS (Moscow, Russia); <sup>4</sup> Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (Moscow, Russia); <sup>5</sup> National Research University "Higher School of Economic", eabobrov@gmail.com

Maintaining of attention on the movement or kinesthetic sensation of a particular part of the body plays a key role in control of "brain-computer interface" (BCI). Research is devoted to the analysis of the dependence of effectiveness of the BCI control on the ability to perform complex coordinated movements that require maintaining attention on different parts of the body. It is assumed that the training of such movements contributes to a more sustainable and bright internal representation of movements. The procedure of the experiment involves performing battery tests and on-line BCI control before and after motor test-training. Motor test-training, on the one hand, gives a possibility to analyze motor skills, on the other hand, to form in a experiment participants in-depth attention to the kinesthetic sensations during the movement. The battery of tests includes the questionnaire of ability of internal mental representation of movements (Movement Imagery Questionnaire-3), questionnaire Mindfulness Attention and Awareness Scale (MAAS, Russian version), psycho-physiological testing of the three components of attention (alertness, orientation, and executive control) Attentional Network Test (ANT), tapping-test and the test of estimating of stability of attention during perception of bistable images.

*Supported by RFBR (grant No. 16-04-01183).*

### **ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ НЕЙРО-ВЕГЕТАТИВНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**

**Болтаев А.В.<sup>1</sup>, Газя Д.В.<sup>1</sup>, Башкатова Ю.В.<sup>1</sup>, Синенко Д.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Сургутский государственный университет, Институт естественных и технических наук, кафедра биофизики и нейрокибернетики. Россия, 628400, Сургут, пр. Ленина, д. 1.

Всемирная организация здравоохранения рассматривает промышленные электромагнитные поля – ЭМП как один из опасных и значимых для здоровья населения факторов, характеризующихся активным биологическим действием. Считалось, что слабые низкочастотные магнитные поля нетепловой интенсивности безопасны для человека. Со временем были накоплены опытные данные, показавшие потенциальную опасность этих полей и излучений, скрытый характер их действия.

Для анализа воздействия ЭМП на *нейро-вегетативную систему* (НВС) женского организма методом вариационной пульсоинтервалографии в рамках периодического медицинского осмотра было обследовано 100 человек. Все обследуемые были поделены на группы: 1-я группа – женщины до 35 лет, на рабочем месте которых отсутствуют источники ЭМП; 2-я группа – женщины старше 35 лет, аналогичная по ЭМП; 3-я группа – женщины до 35 лет, на рабочем месте которых есть источники ЭМП; 4-я группа – женщины старше 35 лет, аналогичная по ЭМП.

В пятимерном фазовом пространстве состояний (из всего  $m=15$ ) изучалось движение вектора НВС состояния женского организма с ЭМП и без него. Параметры  $x_i$  состояния НВС четырех групп женщин изменялись в пределах ограничивающих объемов  $V_G$  фазового пространства состояний, которые определялись как *квазиаттракторы* – КА. Эти объемы  $V_G$  определялись и сравнивались для женщин разного возраста. Установлено: женщины с ЭМП до 35 и после 35 лет статистически различаются по параметрам *SIM, PAR, IBN*; женщины без ЭМП до 35 и после 35 лет статистически не различаются; женщины до 35 лет с ЭМП и без ЭМП на рабочих местах статистически различаются по *SIM, SDNN*; женщины после 35 лет с ЭМП и без ЭМП на рабочих местах статистически различаются по параметрам *SIM, PAR, SDNN, IBN*; женщины без ЭМП до 35 и с ЭМП после 35 лет статистически различаются по параметрам *SIM, PAR, SDNN, IBN*; женщины без ЭМП после 35 лет и с ЭМП до 35 лет статистически различаются только по параметру *SSS*.

Общая возрастная динамика параметров КА показывает уменьшение площадей  $S$  для КА с возрастом, что соответствует нормальному старению. Однако женщины, подвергающиеся действию ЭМП показывают уже в молодом возрасте почти такую же  $S$  для КА, что и женщины старшего возраста без влияния ЭМП (56668 у.е. без ЭМП старше 35 лет и 61824 у.е. с ЭМП до 35 лет). Возрастные изменения  $S$  для КА у женщин с ЭМП соответствуют более чем двукратному уменьшению  $S$  (61824 у.е. до 35 лет и 29928 у.е. после 35 лет).

#### **PECULIARITIES OF REGULATION OF THE NEURO-VEGETATIVE SYSTEM UNDER THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS OF INDUSTRIAL**

**Boltaev A.B.<sup>1</sup>, Gasia D.V.<sup>1</sup>, Bashkatova Yu.V.<sup>1</sup>, Sinenko D.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Surгут State University, Institute of natural and technical Sciences,

Department of Biophysics and neural Cybernetics. Russia, 628400, Surgut, Lenina, 1

World health organization presents the considers industrial electromagnetic fields – EMF like one of the more dangerous and main for human health factors with special biotic influence.

It was believed that weak low-frequency magnetic fields nonthermal intensity safe for human consumption. Over time they have accumulated experimental data, which showed the potential danger of those fields and radiations, the hidden nature of their actions.

To analyze the effects of electromagnetic fields on the *neuro-vegetative system* (NVS) of the female body by the method of variation of pulseinterval as part of the periodic medical examination were examined in 100 patient of Surgut clinic. Patients were divided into groups: group 1 – women under 35 years, in the workplace where there are no sources of EMF; group 2 – women over 35 years of age, similar to EMF; group 3 – women up to 35 years, in the workplace, which are sources of EMF; 4<sup>th</sup> group – women over the age of 35, similar to EMF.

It was investigated the moving of 5-th size vector in special phase slate (with  $m=5$ ) of neuro-vegetative system of women organism (with EMF and without EMF). We calculate parameters  $x_i$  of all human state vector (HSV)  $x(t)$  and the value  $V_G$  of quasi-attractor (QA) of such of women. Women with EMF before and after 35 years differ according to parameters *SIM, PAR, IBN*; women without EMF before 35 and after 35 years are not statistically different: women under 35 with EMF without EMF in the workplace differ statistically by *SIM, SDNN*; women after 35 years with EMF without EMF in the workplace differ statistically on the parameters of the *SIM, PAR, SDNN, IBN*; women without EMF to 35 and the EMF after age 35 statistically differ in the parameters *SIM, PAR, SDNN, IBN*; women without EMF after 35 years with EMF to 35 statistically differ only in the parameter *SSS*.

Common aging dynamics  $x_i$  present the decreasing of  $S$  value of QA and it is normal aging process. But women with EMF influence till young age present the same value QA as women after 35 years without EMF (56668 y.e. without EMF over 35 years and have 61824 y.e. with EMF to 35 years). It is more then two-fold decrease in  $S$  (61824 y.e. to 35 years old and have 29928 y.e. after 35 years).

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА Фуллеренолов $C_{60(OH)38-40}$ , $C_{70(OH)30}$ и $C_{120(OH)n}$ IN VITRO И НА МОДЕЛЯХ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА *DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Большакова О.И., Шувалова П.К., Слободина А.Д., Саранцева С.В.**

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» ФГБУ Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова, Гатчина, Россия [olya9991@yandex.ru](mailto:olya9991@yandex.ru)

Мощная антиоксидантная активность производных фуллеренов, обусловлена способностью поглощать и дезактивировать кислородсодержащие свободные радикалы. Водорастворимые производные фуллеренов (фуллеренолы) поглощают свободные радикалы более эффективно, чем традиционные антиоксиданты и, следовательно, могут быть использованы для создания нейрозащитных препаратов. Так как окислительный стресс является одним из факторов развития многих нейродегенеративных заболеваний, одним из важных направлений исследований является поиск и разработка соединений, которые бы предотвращали его негативные последствия в мозге. Однако, использование фуллеренов в медицине требует детального изучения их токсичности, влияния на живые организмы и взаимодействия с нервными клетками.

Целью настоящего исследования явилось изучение биологических эффектов фуллеренолов  $C_{60(OH)38-40}$ ,  $C_{70(OH)30}$  и  $C_{120(OH)n}$ , как потенциальных соединений для терапии нейродегенеративных заболеваний



человека, оценка их токсичности *in vitro* и *in vivo*. Анализ проведен на клетках китайского хомячка линии V79 и на моделях болезней Хантингтона (БХ) и Паркинсона на *Drosophila melanogaster*. Токсичность *in vitro* оценивали методом проточной цитометрии, *in vivo* по интегральному показателю жизнедеятельности – продолжительности жизни. Кроме того мы исследовали токсичность препаратов после инъекций в абдомен мух. Были проанализированы также число ацетилхолинергических нейронов в мозге *Drosophila* и уровень геотаксиса. Анализ показал, что все исследуемые фуллеренолы в используемых дозах не токсичны: они проникают через клеточную мембрану, не увеличивая гибель клеток в культуре. Продолжительность жизни *Drosophila* при добавлении фуллеренолов в пищу не снижалась. Уровень геотаксиса и число нейронов зависело от дозы препарата.

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о том, что фуллеренолы  $C_{60(OH)_{38-40}}$ ,  $C_{70(OH)_{30}}$  и  $C_{120(OH)_n}$  не токсичны в исследованном диапазоне доз, но их биологические свойства зависят от дозы препарата.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 15-04-99647 А*

### **STUDY OF TOXICITY AND BIOLOGICAL POTENTIAL OF FULLERENOLS $C_{60(OH)_{38-40}}$ И $C_{70(OH)_{30}}$ $C_{120(OH)_n}$ IN VITRO AND IN DROSOPHILA MODEL OF NEURODEGENERATIVE DISEASES**

**Bolshakova O.I, Shuvalova P.K, Slobodina A.D, Sarantseva S.V.**

National Research Centre «Kurchatov Institute» В.П.Константинов Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, Russian Federation [olya99991@yandex.ru](mailto:olya99991@yandex.ru)

Antioxidative activity of fullerenes derivatives is based on their ability to bind and deactivate oxygen-containing free radicals. Soluble derivatives of fullerenes (fullerenols) absorb free radicals more effectively than traditional antioxidants, so they can be used for development of new, innovative therapies. Oxidative stress is one of the factors in the development of many neurodegenerative diseases, therefore an important concept of research is the search and development of compounds that would prevent their negative effects in the brain. However it is essential to study the effect of fullerenes on living organisms and especially on nerve cells before they can be used in ND treatment.

Here we study biological effect of fullerenols  $C_{60(OH)_{38-40}}$ ,  $C_{70(OH)_{30}}$  and  $C_{120(OH)_n}$ , as potential compounds for the treatment of ND, as well as their toxicity *in vitro* (V79 cells) and *in vivo*. *Drosophila* models of Parkinson's disease (PD) and Huntington's Disease (HD) were used for a comparative evaluation of biological potentials of fullerenols. Flow cytometry and lifespan of transgene flies were used to estimate toxicity. Also, we investigated the toxicity of fullerenols after the injection into the abdomen of flies. Strains expressing GFP in cholinergic and dopaminergic neurons were used to estimate neurodegeneration in these neurons. We also tested geotaxis. Consequently our data shows that tested fullerenols have no toxic effect: they penetrate the cell membrane without increasing cell death. The lifespan of *Drosophila* did not decrease after adding fullerenols in their food. The level of geotaxis and the number of neurons depended on the dose of the fullerenols.

Consequently our data shows that tested fullerenols have no toxic effect and can be used for further researches. However their effect depends on the dose as well as on the disease model.

*Research supported by the Russian Foundation for Basic Research № 15-04-99647 А.*

### **НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЖЕНЩИН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ТРЕВОГИ**

**Большевидцева И.Л., Кэрэуш Я.В., Дерябина И.Н., Нехорошкова А.Н.**

Институт медико-биологических исследований, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия; [irana1307@mail.ru](mailto:irana1307@mail.ru), [ya.kereush@narfu.ru](mailto:ya.kereush@narfu.ru)

В современном мире увеличение числа лиц пожилого возраста обуславливает актуальность исследований в области геронтологии.

К наиболее распространенным психоэмоциональным деструктивным изменениям личности у женщин пожилого возраста относятся тревожные нарушения. Известно, что высокий уровень тревоги способен пагубно влиять на приспособительные возможности организма человека. Наравне с этим, особую роль в сохранении адаптационных резервов организма пожилого человека играет функциональное состояние головного мозга. Современные исследователи к одному из важных факторов физиологических адаптационных механизмов относят энергетический обмен головного мозга.

В исследовании приняли участие 89 женщин пожилого возраста (55-74 лет) с нормальным (1 группа, n=44) и высоким уровнем тревоги (2 группа, n=45). Уровень тревоги определялся с помощью теста «Госпитальная шкала тревоги и депрессии». Метаболизм головного мозга оценивался по уровню постоянного потенциала (УПП) – медленной электрической активности методом нейроэнергокартирование, которое проводилось аппаратно-программным комплексом «Нейроэнергометр-03» по 12 отведениям в соответствии с системой 10-20%.

В результате обследования было выявлено, что у женщин второй группы суммарные энергетические затраты оказались выше, чем в первой группе в центральном (Cz), центральном правом (Cd), правом височном (Td), и затылочном отведениях (Oz) ( $p \leq 0,05$ ). В остальных отведениях наблюдалась та же тенденция. Особенностью распределения УПП у женщин с высоким уровнем тревоги явилось сглаживание межполушарной асимметрии между правой и левой височными (Td-Ts) и теменными областями (Pd-Ps).

Таким образом, в ходе исследования было обнаружено существенные изменения в распределении УПП головного мозга у женщин с высоким уровнем тревоги, что может свидетельствовать о наличии взаимосвязи между показателями энергообмена головного мозга и высоким уровнем тревоги в пожилом возрасте.



*Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ на 2014–2016 гг., № 2025 Северному (Арктическому) федеральному университету имени М.В. Ломоносова.*

### **NEUROPHYSIOLOGICAL FEATURES OF ELDERLY WOMEN WITH HIGH LEVEL OF ANXIETY** **Bolshevidtseva I.L., Kereush Y.V., Deryabina I.N., Nekhoroshkova A.N.**

Institute of Medical and Biological Research. Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia; [irana1307@mail.ru](mailto:irana1307@mail.ru), [ya.kereush@narfu.ru](mailto:ya.kereush@narfu.ru)

An increase number of elderly people at the present determine the relevance of research in the gerontology.

The most common psycho-emotional destructive personality changes in elderly women are anxiety disorders. It is known that a high level of anxiety adversely affects the adaptive possibilities of the human organism. Also, a functional state of the brain plays a special role in the preservation of adaptive reserves of elderly people organism. Modern researchers include energy metabolism of the brain to one of the important factors of physiological adaptation mechanisms.

The study involved 89 older women (55-74 years) with normal (group 1, n = 44) and high levels of anxiety (group 2, n = 45). The level of anxiety was determined by the test «Hospital Anxiety and Depression Scale». The energy metabolism of the brain by recording the DC-potential level was evaluated by the brain neuroenergometry, which was carried out using hardware and software complex «Neuroenergometr-03» on the 12 leads in accordance with the system of 10 to 20%.

The results obtained during the study showed that in the second group the total metabolic cost was higher than in the first group in the central (Cz), the center-right (Cd), the right temporal (Td), and occipital areas (Oz) ( $p \leq 0,05$ ). The other leads observed the same trend. A feature of the distribution of DC – potential level in women with high level of anxiety was smoothing of hemispheric asymmetry between the right and left temporal (Td-Ts) and parietal areas (Pd-Ps).

Thus, the study showed significant changes in the distribution of DC – potential level in women with a high level of anxiety that may be indicative of the relationship between the indices of the brain energy and a high level of anxiety in the elderly.

*This research work was performed as part of the state task project in the field of scientific activities for the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for 2014-2016, № 2025 Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov.*

### **РОЛЬ СИСТЕМЫ ВОСПРИЯТИЕ-ДЕЙСТВИЕ В ПРОИЗВОЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЦИКЛИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Бондарев Д. В.<sup>1</sup>, Бочавер К. А.<sup>2</sup>, Бондарев В. Н.<sup>3</sup>, Пельменев В. К.<sup>1</sup>, Самарина И. И.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия,

<sup>2</sup>ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорт, Москва, Россия, [DBondarev@kantiana.ru](mailto:DBondarev@kantiana.ru),

<sup>3</sup>Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия.

<sup>4</sup>Московский городской психолого-педагогический университет, Москва, Россия.

При выполнении циклической мышечной работы организму необходимо принимать решения об интенсивности выполнения такой работы. С одной стороны, необходимо обеспечить достижение цели мышечной деятельности (напр., спортивный результат), а с другой – необходимо сохранить гомеостаз. Считается, что такой процесс регулируется "контрольным центром", анализирующим информацию о внутренней среде организма, внешнюю информацию и учитывающем опыт и знания о прошлом выполнении такой нагрузки (Lambert et al., 2005). Известные подходы в психологии объясняют такое поведение в терминах обработки информации (напр., Schmidt & Lee, 1988). В соответствии с этим реализуются последовательные процессы обработки сенсорной информации, обеспечивающие восприятие и получение знаний о внешнем окружении, принятие решений и выполнение действия. Однако такое традиционное понимание подвергается переосмыслению. Данные нейрофизиологических экспериментов показали, что функциональная организация мозга не совсем отражает отдельно взятые функции: сенсорные, когнитивные, двигательные действия (e.g., Cisek P, Kalaska, 2010). Кроме того, традиционный подход "черного ящика" для объяснения того, как восприятие формирует действие при произвольной регуляции интенсивности мышечной деятельности, не дает исчерпывающего ответа. С позиции системной психофизиологии (А. Александров, 2002) такая регуляция может рассматриваться как интерактивное поведение в среде, где одновременно возможны различные варианты действий. С целью выбора конкурирующих действий функциональная архитектура такой системы обеспечивает параллельное накопление сведений, которые предоставляются средой и требованиями к мышечной деятельности (*the affordance competition hypothesis*; Cisek 2007). С этих позиций, сопряжение восприятия и действия рассматривается как поведенческий цикл, где интегрируется поступающая сенсорная информация, опыт и предвосхищение требований мышечной деятельности (будущего результата). Такой континуум определяет воспринимаемые возможности для действий в среде. В работе мы приводим данные о том, что произвольная регуляция интенсивности мышечной деятельности может происходить в результате выбора конкурирующих действий в процессе взаимодействия с изменяющейся средой. Это предопределяет новые подходы в описании механизма произвольной регуляции интенсивности мышечной деятельности.

### PERCEPTION ACTION COUPLING IN PACING REGULATION

**Bondarev D. V.<sup>1</sup>, Bochaver K. A.<sup>2</sup>, Bondarev V. N.<sup>3</sup>, Pelmenev V.K.<sup>1</sup>, Samarina I. I.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia, [DBondarev@kantiana.ru](mailto:DBondarev@kantiana.ru).

<sup>2</sup>Moscow Center of Advanced Sport Technologies, Moscow, Russia.

<sup>3</sup>Sevastopol State University, Sevastopol, Russia.

<sup>4</sup>Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia.

For optimal performance during exercise and sport, exercisers need to make constant decisions regarding investing their energy resources. This process is also known as pacing. Pacing during sport performance is thought to be regulated by a 'central controller' that analyses various internal physiological variables, external cues, and by incorporating experience regulates exercise intensity (Lambert et al., 2005). Classical theories in psychology explain behavior in terms of information processing framework (e.g., Schmidt & Lee, 1988). That is sequential processes of sensory information forming representation of the world, building knowledge, making decisions, and finally acting. However, this classical understanding recently appears under critics. The growing body of neurophysiological data accumulates evidence that the brain's functional organization might not be necessary reflect separately categories like perception, cognition and motor action (e.g., Cisek P, Kalaska, 2010). Moreover, traditional 'black box' approach to link perception and action does not provide any explanation how perception and action regulate pacing. This motivates us to consider alternative approach to describe behavior like pacing. Pacing can be seen as natural interactive behavior where multiple actions are afforded simultaneously in a dynamic situation. Functional architecture of that behavior is in parallel collects evidence for selecting between competitive actions elicited by environment and action's demands (the affordance competition hypothesis; Cisek 2007). From this perspective, perception action coupling in pacing results as sensorimotor loop of continuous stream of sensory information, experience and anticipation of likely task demands. This loop specifies affordances, the perceived possibilities for action in the environment. We review evidence and present data that pacing may reflect competitive choices during interaction with changing environment. The approach suggests new insights in action regulation.

### МЕТОДОЛОГИЯ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РОЛИ ВНИМАНИЯ В КРАУДИНГ-ЭФФЕКТЕ

**Бондарко В.М., Данилова М.В., Солнушкин С.Д., Чихман В.Н.**

ФГБУН Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, [niv@pavlov.infran.ru](mailto:niv@pavlov.infran.ru)

Психофизические измерения являются основным методическим приемом в исследовании механизмов зрительного восприятия. В ходе проведения психофизического эксперимента наблюдателям предъявляют стимулы с заданными параметрами на экране дисплея, ответы наблюдателей вводят с помощью различных устройств в компьютер и накапливают в базе данных для последующей обработки и анализа.

Настоящее исследование было направлено на разработку психофизических методов для выявления роли внимания в таком феномене зрительного восприятия как краудинг-эффект. На этапе синтеза стимулов использовали близкие по форме тесты и дистракторы. В качестве тестов были выбраны и синтезированы цифровые изображения стандартных колец Ландольта большого размера порогового контраста в четырех ориентациях. В качестве окружения были выбраны аналогичные кольца Ландольта или кольца такого же размера без разрыва. Ориентация тестов и дополнительных колец Ландольта менялась случайным образом. Кроме того, менялось расстояние между тестовыми изображениями и дистракторами. Тесты и дистракторы предъявлялись на короткое время (десятки миллисекунд). При предъявлении стимулов на такое время для синхронизации с разверткой монитора вместо компонента «Timer» использовались обработчики временных интервалов библиотеки DirectX. Программная реализация методики обеспечивает сопровождение базы данных, содержащей информацию о наблюдателях, тестах, параметрах их предъявления и ответы наблюдателей. В одной серии экспериментов тест предъявляли с одним дистрактором справа или слева от теста; в других сериях два дистрактора были расположены симметрично относительно теста. Задача наблюдателей заключалась в определении ориентации теста, местонахождение которого в центре экрана было отмечено точкой фиксации. Ответы наблюдателей вводились в компьютер с помощью клавиш-стрелок. В ходе эксперимента в базе данных формировались матрицы правильных и неправильных ответов наблюдателей при различных вариациях параметров тестов и дистракторов.

В результате проведения экспериментов было показано, что один дистрактор значительно сильнее влияет на восприятие теста, чем два дистрактора. При этом дистрактор в виде кольца Ландольта значительно ухудшает восприятие по сравнению с дистрактором в виде кольца без разрыва на большем расстоянии. Тем самым было показано, что методология проведения эксперимента влияет на его результаты. В данном случае на результат сказалось отвлечение внимания от тестового объекта при предъявлении одновременно с ним аналогичного по форме одного дистрактора.

### METHODOLOGY OF PSYCHOPHYSICAL EXPERIMENT TO STUDY THE ROLE OF ATTENTION IN THE CROWDING EFFECT

**Bondarko VM, Danilova MV, Solnushkin SD, Chikhman VN**

I.P. Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg, Russia,  
[niv@pavlov.infran.ru](mailto:niv@pavlov.infran.ru)

Psychophysical measurements are basic experimental technique for studying mechanisms of visual perception. In the psychophysical experiment, stimuli with specific parameters are presented to observers; responses are delivered to the computer by a variety of recording devices and stored in a database for further processing and analysis.

The present study was aimed at developing psychophysical techniques to reveal role of attention in such phenomenon as crowding effect. For organization of the experiments following steps have been implemented. At the stage of the image synthesis similar in shape tests and distractors were used. The tests were digital images of standard Landolt rings of the large size and threshold contrast in four orientations. The distractors were Landolt rings or similar rings of the same size without gaps. Orientation of the tests and additional Landolt rings varies randomly. In addition, the distance between the test images and distractors changed from presentation to presentation. The images were synthesized and presented on a CRT screen.

Tests and distractors were presented for a short time (tens of milliseconds). Upon presentation of the stimuli for such time synchronization with the scanning of the monitor instead of the component «Timer» handlers used timeslots libraries DirectX.

Software implementation techniques provide support for a database containing information on observers, tests, parameters of their presentation and the answers to observers. The task of the observers was to determine the orientation of the test which had location in the center of the screen together with the point of fixation. In one series of experiments only one distractor was presented with the test; in other series two distractor were placed symmetrically. Observer's responses were entered into the computer by using the keyboard arrow keys.

In the experiment, the database formed the matrices of correct and incorrect responses for various parameters of the test and distractors.

It was shown that one distractor has much stronger effect on the perception of the test than the two distractors. Also, the distracting Landolt rings with gaps impaired performance at larger separations compared with the distractor in the form of a ring without a gap. Thus, it was shown that the experimental methodology affects the results. In this case, the result is affected by a distractor of similar shape, which distracted attention from the test.

### **ИЗУЧЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАШУМЛЕНИЯ**

**Бондарь Г.Г., Гусач Ю.И., Ивлев С.А.**

НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Южный  
Федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия; e-mail: [ins270386@yandex.ru](mailto:ins270386@yandex.ru)

Известно, что некоторые из фрагментов изображения, значимых для его идентификации, могут быть восприняты с помощью парафовеальных областей сетчатки, обладающих достаточно высокой разрешающей способностью, т.е. без фиксации на них взгляда. Это может происходить, например, при одновременном восприятии хорошо знакомых объектов, для реализации которого в обычных условиях достаточно одной - двух фиксаций. Разработанный экспериментальный подход позволяет выявлять скрытые в условиях одновременного восприятия сочетания элементов, позволяющие идентифицировать объект, и делает более доступными для изучения процессы, сопряженные с решением задач понимания и распознавания зрительных образов. Метод совмещает глобальное зашумление изображения с возможностью кратковременного восстановления чёткости локусов, произвольно выбираемых наблюдателем, и обеспечивает возможность отслеживать цепь фиксаций взгляда наблюдателя на преобразуемых локусах. Создаваемый зашумлением дефицит доступной информации *вынуждает* участника эксперимента осуществлять осмотр четких локусов до тех пор, пока не будут найдены фрагменты, позволяющие составить суждение о рассматриваемом изображении или распознать объект. Поняв, что за изображение скрыто зашумлением, наблюдатель должен немедленно завершить осмотр. Такое условие ограничивает накопление в маршрутах осмотра малоинформативных и случайных участков, не имеющих решающего значения для выполнения задания. В ходе эксперимента осуществляется регистрация временной последовательности и координат четких локусов, а также высказываний участников экспериментов в процессе зрительного поиска и после выполнения задания. Анализ маршрутов осмотра с учетом комментариев наблюдателей позволяет отслеживать этапы возникновения и смены ассоциаций и гипотез, которые способны изменить интерпретацию уже воспринятой информации и дальнейшую направленность зрительного поиска. В реальной жизни (при восприятии объектов в условиях переменного зашумления, затенения, заслонения) мы часто сталкиваемся с подобными рода задачами, решение которых становится возможным, когда релевантные части рассматриваемых объектов оказываются вне области помех. Способность индивида запоминать и оперативно анализировать воспринимаемую информацию, отмечая одни предположения и выдвигая другие, может существенно сократить путь к решению такого рода задач. Как и любая другая, эта способность развита у людей в разной степени и зависит от индивидуальных особенностей личности, состояния здоровья, возраста и т.д. Рассматриваются перспективы прикладного использования метода при профессиональном отборе и в клинических условиях (для оценки состояния когнитивной сферы человека).

### **THE STUDY OF COGNITIVE PROCESSES BY IMAGE PERCEPTION UNDER CONDITIONS OF NOISE MASKING**

**Bondar G.G., Gusach Yu.I., Ivlev S.A.**

A.B. Kogan Research Institute for Neurocybernetics, D.I. Ivanovskiy Academy of biology and biotechnology,  
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia; e-mail: [ins270386@yandex.ru](mailto:ins270386@yandex.ru)

It is known that some of the fragments important for the identification of the image can be perceived without the gaze fixation at them: using the parafoveal areas of the retina, which have a sufficiently high resolution. This can occur, for example, at familiar object simultaneous perception, for the implementation of which in normal circumstances is enough one or two fixations. Designed experimental approach allows revealing hidden in the conditions of simultaneous perception the elements combinations allowing to identify the object, and makes more accessible for study the processes associated with the solving problems of visual images understanding and recognition. The method combines the global noise of the image with the possibility of short-term clarity recovery of

loci, arbitrarily chosen by the observer, and provides the ability to track the chain of the observer's gaze fixations on converted loci. Generated via noise the deficiency of available information forces the participant to carry out inspection clear loci up until the fragments are found, allowing to make a judgment about the viewed image or to identify the object. Having understood that in the noisy image is hidden; the observer must immediately terminate the inspection. This condition limits the accumulation in the viewing path uninformative and random areas that do not have crucial importance for a task performance. In the experiment was carried out registration of the time sequence and the clear loci coordinates, as well as statements of the participants in the experiments during visual search and after the job. Analysis of path of the viewing, taking into account the comments of observers allows you to monitor the stages of the emergence and change of associations and hypotheses which may change the interpretation of already received information and further direction for visual search. In real life (during the perception of objects under variable noise masking, shading, barrier) we often encounter this kind of problems whose solution becomes possible when the relevant parts of the object under consideration are out-region of hindrance (i.e., when they are in the zone of clear visibility). The ability to memorize and quickly analyze the perceived information, rejecting some suggestions and putting forward others, can significantly shorten the path to the solution of such problems. Like any other, this ability is developed in humans to varying degrees and depends on individual personality characteristics, state of health, age, etc. Prospects of application of the method are considered for the professional selection and for a clinical setting (to assess the state of cognitive sphere of the person).

### **АРТПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОРРЕКЦИОННОЙ РАБОТЕ С ДЕТЬМИ С ОСОБЫМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ**

**Брикунова С.С.**

Академия психологии и педагогики Южного федерального университета, г.Ростов-на-Дону, РФ,  
[svetabrik@bk.ru](mailto:svetabrik@bk.ru)

Ожидаемые преобразования современной педагогики проявляются в ее личностно-ориентированном характере, в поиске смыслообразующих ценностей образования. Развитие творческого потенциала личности ребенка становится все в большей степени приоритетом. В связи с этим возникает необходимость создания новых технологий, обеспечивающих раскрытие и становление творческого потенциала каждого школьника, в том числе и с особыми образовательными потребностями, имеющего врожденные или приобретенные нарушения здоровья. Ключевым звеном с такими детьми является понятие «социальная независимость», под которой подразумевается активное достижение максимально возможной в сложившейся социально-экономической ситуации, личностной самоактуализации и самореализации. Не менее актуальным является понятие «творческое самовыражение», которое мы рассматриваем как процесс, позволяющий личности реализовывать свои способности и возможности. Какие проблемы возникают в процессе социализации человека, в частности, при нарушении слуха? Психологическими чертами людей с ограниченным слухом являются: неразвитость и существенная деформация вербальной сферы, стереотипность, негибкость мышления, бедность идей, эмоциональная скованность, тревожность, чувство собственной неполноценности. Как иллюстрация подхода разработан и апробирован курс с целью формирования теоретических и прикладных основ декоративно-прикладного искусства и дизайна. Он направлен на использование в системе основного курса или дополнительных услуг в специальных образовательных организациях или в рамках инклюзивного подхода. Учебно-тематический план курса поливариативен, предусматривает разное соотношение количества теоретических и практических занятий в зависимости от качественного состава контингента слушателей, их способности усваивать теоретические сведения и практические навыки. На уроках, в том числе в присутствии специально подготовленного педагога-сурдолога, раскрываются наиболее трудные понятия, адаптированные к специфическому восприятию учащихся. На практических занятиях большое внимание уделяется развитию зрительного и тактильного каналов восприятия. Большое значение придается занятиям, посвященным эмоционально-чувственному восприятию разных цветовых отношений и настроений, разных фактур, пространств. Таким образом, становления творческого самовыражения личности, реализующиеся в условиях погружения в изобразительное искусство, при благоприятных условиях коррекционного образовательного процесса, сглаживают и в известной мере устраняют неравномерности психического развития учащихся. Данный процесс определяет возможность раскрытия индивидом своего личностного и социального статуса и позволяет ему, вне зависимости от степени выраженности дефекта, проявлять и реализовывать свои способности и возможности в пространстве культуры, участвовать в создании этого пространства самостоятельно.

### **ART PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES IN CORRECTIONAL WORK WITH CHILDREN WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS**

**Brikunova S.S.**

Academy of Psychology and Pedagogy of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation,  
[svetabrik@bk.ru](mailto:svetabrik@bk.ru)

Expected transformation of modern pedagogy are manifested in its student-oriented nature, in search of the semantic values of education. The development of the child's personality creativity is becoming increasingly a priority. In this connection there is need for new technologies that ensure the disclosure and the formation of the creative potential of each student, including those with special educational needs, having a congenital or acquired disorders of health. A key element to these children is the concept of "social independence", by which is meant an active achievement of the maximum possible in the current socio-economic situation, personal self-actualization and self-realization. Not less important is the concept of "creative expression", which we see as a process that allows the individual to realize their abilities and capabilities. What problems arise in the process of socialization,

especially when hearing loss? Psychological traits of people with limited hearing are underdeveloped and significant deformation of the verbal sphere, stereotyped, inflexible thinking, poverty of ideas, emotional stiffness, anxiety, a feeling of worthlessness. As an illustration of the approach developed and tested a course in order to form the theoretical and practical foundations of decorative arts and design. He aims to use the system the main course or extra services in special educational institutions or through an inclusive approach. Educational and themed course plan polivariativen provides different ratio of theoretical and practical training, depending on the qualitative composition of students contingent, their ability to absorb the theoretical information and practical skills. During the lessons, including in the presence of a specially trained teacher, an audiologist, disclosed the most difficult concepts, adapted to the specific perception of students. At the workshops a lot of attention paid to the development of visual and tactile channels. Great importance is attached sessions on emotional and sensory perception of different color relationships and moods, different textures, spaces. Thus, the formation of the individual creative expression, realized in conditions of immersion in the visual arts, under favorable conditions, the correction of the educational process, smooths and to some extent eliminate the unevenness of the mental development of students. This process determines whether the disclosure of the individual's personality and his social status and allows him, regardless of the degree of severity of the defect, to show and sell their skills and capabilities in the space of culture, participate in the creation of this space yourself.

### **МОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА «SmartBCI» ДЛЯ НЕЙРОИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТКИ ИНТЕРФЕЙСОВ «МОЗГ-КОМПЬЮТЕР»**

**Бринкен Н.О.<sup>1</sup>, Грушвицкий А.А.<sup>2</sup>, Пономарев В.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> к.т.н., ООО «Инкарт», г. Санкт-Петербург, Россия [brinken@mail.ru](mailto:brinken@mail.ru)

<sup>2</sup> индивидуальный предприниматель, г. Санкт-Петербург, Россия [info@smartbci.com](mailto:info@smartbci.com)

<sup>3</sup> к.б.н., ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой», г. Санкт-Петербург, Россия [ponomarev@mail.ru](mailto:ponomarev@mail.ru)

Расширение сфер применения, в которых используются методики, основанные на регистрации биопотенциалов головного мозга, формирует новые требования к аппаратуре для регистрации и анализа электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Целью авторов было создание мобильной беспроводной системы регистрации биопотенциалов головного мозга «SmartBCI» в полноценной системе «10-20» для научных исследований в области нейрофизиологии, проектирования интерфейсов «мозг-компьютер», профессионального отбора и прогноза для лиц, находящихся в экстремальных условиях, психофизиологического тренинга по методу биологической-обратной связи (БОС), для мониторинга моторной функции во время реабилитации после тяжелых травм, а также в диагностических целях в качестве холтера ЭЭГ.

За рубежом активно применяются подобные системы, и многие компании предлагают свои решения в этой области. Наибольшее распространение они получили при проектировании систем на базе интерфейсов «мозг-компьютер» (BCI). Среди наиболее известных можно выделить: Quick-Dry 20 EEG Headset компании COGNIONICS Inc., США ([www.cognionics.com/index.php](http://www.cognionics.com/index.php)), ENOBIO 20 компании Neuroelectrics Barcelona SL, Испания ([www.neuroelectrics.com](http://www.neuroelectrics.com)), B-Alert X24 EEGSystem компании Advanced Brain Monitoring, Inc., США ([www.advancedbrainmonitoring.com](http://www.advancedbrainmonitoring.com)), DSI 24, компании Wearable Sensing, США. ([www.wearablesensing.com](http://www.wearablesensing.com))

Результатом нашей работы стала 24-канальная мобильная система регистрации биосигналов головного мозга «SmartBCI», обеспечивающая беспроводную передачу потока данных по протоколу Bluetooth с одновременной записью данных на внутреннюю память регистратора.

На данный момент SmartBCI (<http://www.smartbci.com/>) является одной из самых малогабаритных систем в мире, регистрирующих ЭЭГ сигналы в международной системе размещения электродов «10-20». Для регистрации ЭЭГ используются электродные системы MCSCap-IDC21 производства компании «Медицинские Компьютерные Системы» г. Зеленоград, г. Москва ([www.mks.ru](http://www.mks.ru)) или Electro-Cap international, г. Итон США ([www.electro-cap.com](http://www.electro-cap.com)).

Особенности аппаратной части: вес регистратора 50грамм; фиксация на электродном шлеме или грудном ремешке, управление через Bluetooth интерфейс; 4Гб энергонезависимой памяти для записи биосигналов; встроенный акселерометр; измерение импедансов электрод-кожа одновременно с регистрацией ЭЭГ в режиме «on line»; любой электрод или группа в качестве референтных.

Состав программного обеспечения: приложение SmartBCI для управления регистратором при помощи мобильных устройств на базе ANDROID; виджет-ретранслятор для ОС ANDROID для передачи потока данных через смартфон (умные часы) испытуемого в беспроводную сеть Wi-Fi в режиме реального времени, программа регистрации и количественного анализа ЭЭГ WinEEG с функцией синхронного видео мониторинга испытуемого; утилита SmartLSL для передачи потока данных в сторонние приложения (MatLab, EEGLab и др.) по протоколу Lab Streaming Layer (LSL); программа анализа сердечного ритма WinHRV; нормативная база спектров здоровых испытуемых HBldb ([www.hbimed.com](http://www.hbimed.com)); программное обеспечение для проведения тренинга на основе метода биологической обратной связи (БОС) NeuroRT Studio компании Mensia Technology (Франция); международная открытая платформа OpenVibe для проектирования интерфейсов «мозг-компьютер».

Система «Smart BCI» успешно применяется при проведении исследований в ведущих российских научных центрах, в том числе в лаборатории управления сложными системами ИПМАШ РАН, Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» для проектирования систем на базе интерфейсов «мозг-компьютер», лаборатории сравнительных эколого-физиологических исследований ИЭФБ РАН, в лабораториях США, Англии, Франции и Швейцарии.

## WIRELESS EEG HEADSET SmartBCI IN NEUROLOGICAL RESEARCH AND BCI DEVELOPMENT

Brincken N.O.<sup>1</sup>, Grushvitskiy A.A.<sup>2</sup>, Ponomarev V.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>. Incart Ltd., St. Petersburg, Russia, [brincken@mail.ru](mailto:brincken@mail.ru)

<sup>2</sup>. SmartBCI, St. Petersburg, Russia. [info@smartbci.com](mailto:info@smartbci.com)

<sup>3</sup>. Institute of Human Brain of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia, [ponomarev@mail.ru](mailto:ponomarev@mail.ru)

The aim of this work was to design and develop compact wireless recorder of brain electrical activity (EEG) for research, professional selection, brain-computer interfaces (BCI) design and EEG applications based on biofeedback.

It was developed 24-channel ultra-small EEG signal recorder SmartBCI with weight of 50 grams only and dimensions 65x50x15mm. The recorder is been attached to the textile cap with built-in Ag/AgCl EEG electrodes placed according to the international 10-20 system. SmartBCI provides wireless EEG, ECG, respiration and accelerometer data streaming via Bluetooth interface with simultaneously recording on the built-in microSD card.

**Following software packages were adapted or developed for this project:** WinEEG advanced software for EEG and ERP recording and processing with simultaneous continuous video capturing of the subject; SmartBCI Android application for record operation, electrodes impedances control and data upload to remote server or cloud; SmartLSL utility for real-time data streaming via Lab Streaming Layer protocol to MatLab, EEGLab and other applications; OpenVibe open source platform for brain-computer interfaces development; neurofeedback application NeuroRT monitors specific brain activities in real-time. Truly 4DNeuroTrainer uses a real-time source estimation technology (xLORETA) allowing you to select the part of the cortex (Brodmann areas) you would like to target.

Smart BCI is successfully applied for research in leading Russian scientific centers, including Laboratory "Control of Complex Systems" of Institute of Problems of Mechanical Engineering, National Research University Higher School of Economics for brain-computer interfaces design and development, Laboratory of Comparative Ecological and Physiological Studies in the Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of the Russian Academy of Sciences, and other labs in the USA, England, France and Switzerland.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ХОДЬБЫ И БЕГА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛОКОМОЦИЙ В УСЛОВИЯХ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Брыков В.И., Рукавишников И.В., Рязанский С.Н., Семенов Ю.С., Кульчицкий А.Е., Томиловская Е.С., Козловская И.Б.

Учреждение российской академии наук государственный научный центр РФ Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; [hopardd@yandex.ru](mailto:hopardd@yandex.ru).

Изменения в деятельности мышечной периферии, ведущих сенсорных входов, систем управления движениями обуславливает развитие нарушений локомоторных функций у космонавтов после завершения как коротких, так и длительных космических полетов (КП). Для определения вклада различных факторов в развитие локомоторных нарушений и возможности их коррекции представлялось целесообразным получить данные о характеристиках локомоций в невесомости. Исследование выполнялось на бегущей дорожке (БД) и включало выполнение локомоций в режиме медленного, среднего и быстрого бега и ходьбы в двух режимах работы БД: вначале в активном и затем – в пассивном. Общая длительность локомоций составляла 22 мин. Скорости ходьбы и бега выбирались космонавтами самостоятельно, по самочувствию. При выполнении теста регистрировали ЭМГ мышц бедра и голени, характеристики реакции опоры (ОР) и параметры локомоторной нагрузки. К настоящему времени 7 российских членов экипажей МКС приняли участие в эксперименте. Несмотря на высокую индивидуальную вариативность полученных данных, наблюдается ряд закономерностей. Так, показано, что при выполнении локомоторного теста в космическом полете регистрируемая величина опорных реакций при той же скорости локомоций значительно ниже, чем в земных условиях. В первые месяцы полета имеет место также перераспределение ОР в пассивном режиме тренировок: основная нагрузка регистрируется в предплюсневых областях стоп; в земных условиях нагрузка распределяется равномерно между предплюсневой и пяточной областями. В дальнейшем от сессии к сессии выявлялась тенденция к распространению нагрузки также на пяточную зону, что отражает по-видимому процессы двигательного обучения выполнения локомоций в новых условиях среды. До полета, как правило, у всех космонавтов выявлялась незначительная асимметрия ОР в правой и левой стопе: опорные реакции в стопе ведущей ноги превосходили таковые в другой. В ходе полета у троих космонавтов из семи наблюдалась инверсия асимметрии распределения ОР. После завершения полета распределение опорных реакций возвращалось к исходному дополетному паттерну. Величины опорных нагрузок после полета остаются сниженными, однако выявляется четкая тенденция к их восстановлению.

*Работа поддержана грантом РФФИ №14-25-00167.*

## CHARACTERISTICS OF WALKING AND RUNNING DURING LOCOMOTION UNDER CONDITIONS OF SPACE FLIGHT

Brykov V.I., Rukavishnikov I.V., Ryazanskiy S.N., Semenov Yu.S., Kulchitskiy A.E., Tomilovskaya E.S., Kozlovskaya I.B.

RF SSC – Institute of Biomedical Problems of the RAS, Moscow, Russia; [hopardd@yandex.ru](mailto:hopardd@yandex.ru).

The changes in muscle periphery activity, main sensory inputs and motor control system provides the development of locomotor functions alteration in cosmonauts after space flights (SF) of different duration. To define the contribution of different factors to locomotor disturbances development and the possibilities of their correction it was suggested to gather data on characteristics of locomotions in weightlessness. The study was performed on Russian treadmill (BD-2) and included walking, slow, middle and fast running in active and passive regimens of BD-2 work. Overall duration of locomotion consisted 22 minutes. The speed of locomotions was chosen by

cosmonauts in accordance to their state of health. EMG of hip and shin muscles, support reactions (SR) and parameters of locomotions were registered. 7 Russian cosmonauts took part in the study. In spite of high individual variability of data, some changes were common for all the participants. In particular, the value of support reactions at the same speed of running are much lower in SF. Redistribution of support reactions during locomotions in passive regimen of BD-2 was also registered at the first months of flight: on Earth support loading is equally distributed between heel and tarsal areas; in SF the main load is registered in tarsal areas. Further the tendency to spread of support loading to the heel zones was observed. Apparently this reflects the processes of motor learning to perform locomotions under the new environment conditions. In most of the cosmonauts the slight asymmetry of support reactions in right and left sole was registered: the SR of one leg was higher than in the other one. During SF in 3 cosmonauts of 7 the inversion of asymmetry was observed. The distribution of SR came to the preflight pattern after space flight. The values of SR remain decreased after flight, however the tendency of their recovery was observed.

*The study is supported by RSF №14-25-00167.*

### **СНИЖЕНИЕ ЭКСПРЕССИИ c-FOS В ПОЛЕ СА1 ГИППОКАМПА КРЫС В ЗАДАЧЕ АКТИВНОГО ИЗБЕГАНИЯ**

**Булава А.И., Гринченко Ю.В.**

Лаборатория психофизиологии им. В.Б. Швыркова, Институт психологии РАН, Москва, Россия;  
ai.bulava@mail.ru

Психоэмоциональный стресс дестабилизирует когнитивные процессы, такие как научение и память, и может приводить к нейродегенеративным изменениям (Kim & Diamond, 2002). Важную роль в формировании физиологических адаптаций в стрессогенных условиях, отводят гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системе и глюкокортикоидным гормонам (напр., Swaab, 1992). В гиппокампе обнаружено самое большое число глюкокортикоидных (ГР) и минералокортикоидных рецепторов (МР), локализованных в основном в полях СА1 и СА3. Показано, что активация МР сопровождается увеличением активности кальциевых каналов в нейронах поля СА1, но дополнительная активация ГР, характерная для острого стресса, уменьшает активность поля СА1 (De Kloet et al., 1998). При исследовании эффектов хронического стресса выявлено уменьшение общего размера гиппокампа (Gilbertson et al., 2002; Teichera et al., 2012). Целью нашей работы является выявление паттернов мозговой активности при научении в стрессогенных условиях. В качестве клеточного маркера нейрональной активности в моделируемых нами ситуациях научения был использован транскрипционный фактор (ТФ) c-Fos. Крыс Long-Evans обучали инструментальному пищедобывательному поведению, затем их разделили на две группы: одних обучали активному избеганию электрического тока; других – пищедобывательному поведению, отличному от общего для обеих групп навыка, полученного в начале эксперимента. Животные группы интактного контроля были взяты из домашней клетки непосредственно перед декапитацией. Fos-позитивные клетки выявляли иммуногистохимическим методом с использованием стандартного стрептавидин-биотин-пероксидазного протокола. Определяли число и топографию распределения Fos-позитивных клеток в полях СА1/СА2/СА3 гиппокампа. Была получена неравномерность в распределении Fos-позитивных клеток среди субструктур гиппокампа: в поле СА3 было выявлено повышение уровня экспрессии ТФ c-Fos в обеих экспериментальных группах по сравнению с интактным контролем; в поле СА1 было выявлено снижение уровня экспрессии ТФ c-Fos в группе обучения активному избеганию по сравнению с группой пищедобывательного поведения. Полученные результаты важны для понимания особенностей научения, протекающего в стрессогенных условиях. *Публикация подготовлена в рамках поддержанного РФФИ научного проекта № 15-06-99697. Работа выполнена в рамках исследовательской программы Ведущей научной школы РФ (ИШ-9808.2016.6).*

### **DECREASE OF c-FOS EXPRESSION IN THE RAT HIPPOCAMPAL FIELD CA1 DURING ACTIVE AVOIDANCE TASK**

**Bulava A.I., Grinchenko Y.V.**

V.B. Shvyrkov Laboratory of Neuronal Bases of Mind, Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia;  
ai.bulava@mail.ru

Psycho-emotional stress disturbs cognitive processes such as learning and memory, and leads to neurodegenerative changes (Kim & Diamond, 2002). It is widely accepted that the hypothalamic-pituitary-adrenal system plays a critical role in the stress response (eg., Swaab, 1992). Action of corticosterone in the brain are mediated by glucocorticoid receptors (GR) and mineralocorticoid receptors (MR). The highest MR expression was found in the hippocampal subfields CA1 and CA3. Activation of MR in the hippocampal CA1 area results in considerable excitatory hippocampal output. Activation of GR, after acute stress, generally depresses the CA1 hippocampal output (De Kloet et al., 1998). Chronic stress negatively correlated with the hippocampal volume (Gilbertson et al., 2002; Teichera et al., 2012). In this work, we studied patterns of neural activity during active avoidance task (stress-induced learning). At the beginning, we trained animals (Long-Evans rats) to perform food-acquisition operant behavior. Then we trained rats in two different ways: an active avoidance task or an operant bar-pressing task. Fos protein served as a cellular marker of neuronal activity during the second learning. Immunohistochemical detection of Fos-positive neurons was performed in accordance to streptavidin-biotin-peroxidase protocol. Distribution and number of Fos-positive neurons of hippocampal subregions (CA1/CA2/CA3) was analysed. The number of Fos-positive neurons was higher in both experimental groups than in intact rats. We have found different involvement of hippocampal fields CA1 and CA3. Decrease in the number of c-Fos positive neurons was found in the hippocampal field CA1 during more stressful active avoidance learning as compared to operant learning. *This study was supported by RFR (grant # 15-06-99697) and by the grants council of the president of the Russian Federation of the Major Scientific Schools of Russia (grant # 9808.2016.6).*

## ИЗМЕНЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВОТОКА ПРИ РАЗНЫХ ВИДАХ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ЧЕЛОВЕКА НА ФОНЕ УМЕРЕННОЙ ГИПОКСИИ

Бурых Э.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М.Сеченова РАН, С-Петербург, Россия

Анализ изменений мозгового кровотока является одним из способов оценки степени напряженности когнитивной деятельности или субъективной трудности когнитивных задач у человека. И то и другое может возрастать при выполнении когнитивной деятельности в условиях помех – например, на фоне гипоксического воздействия.

В исследовании участвовали 18 волонтеров – лиц мужского пола в возрасте 18-23 лет. Испытуемым предъявлялись когнитивные тесты, которые можно условно разделить по степени наличия в них вербальных компонентов – в первой серии с отсутствием или незначительным наличием – условно невербальные тесты (НВТ), во второй серии – с большой долей присутствия этих компонентов – вербальные тесты (ВТ). Тесты первой серии это: тест на скорость простой и сложной сенсомоторной реакции, на оперативную память, на арифметические вычисления и построение узора из деталей по образцу. Тест второй серии это: вербальное описание деталей изображения. В каждой серии испытуемый исследовался в разные дни в 3-х состояниях: при проведении когнитивных тестов в условиях нормоксии – НКГН, в условиях гипоксии – ГКГН, и при гипоксии, не сопровождавшейся предъявлением тестов – Г. Гипоксическое воздействие осуществлялось при помощи подачи испытуемому для дыхания кислородно-азотной смеси с содержанием кислорода 11,5-12%. Непрерывно регистрировали реоэнцефалограмму (РЭГ) и ряд других показателей. На основании анализа динамики амплитудно-частотного показателя АЧП РЭГ оценивали динамику мозгового кровотока в условиях нагрузок по сравнению с фоновым состоянием.

Предполагалось, что прирост мозгового кровотока при решении тестов будет обусловлен суммарным действием гипоксии, вызывающей усиление перфузии мозга для компенсации снижения содержания кислорода в крови, и когнитивной нагрузки, усиливающей энергетический запрос мозга. Исходя из этого, производили сравнение прироста АЧП РЭГ в условиях ГКГН с суммой прироста АЧП РЭГ в состояниях Г и НКГН.

Было обнаружено, что при проведении ВТ на 20-26-й мин гипоксии (состояние ГКГН) прирост АЧП РЭГ составил  $29 \pm 14\%$ , что достоверно превышало суммарный прирост этого показателя на аналогичных отрезках в состояниях Г и НКГН  $6 \pm 30\%$ . При проведении НВТ таких различий получено не было. Не было получено таких различий и при проведении ВТ на более ранних этапах гипоксии (с 1-й по 6-ю мин)

Высказано предположение, что решение некоторых видов вербальных тестов на определенном этапе гипоксического воздействия (и, возможно, других видов помех) усиливает энергетический запрос мозга для преодоления помехи и эффективной реализации деятельности.

*Исследование выполнено при поддержке Программы Президиума РАН I.19П*

## CEREBRAL BLOOD FLOW CHANGES DURING DIFFERENT KINDS OF COGNITIVE ACTIVITY IN HUMAN UNDER MODERATE HYPOXIA

Burykh E.A.

Federal state budget institution of science I. M. Sechenov Institute of evolutionary physiology and biochemistry RAS, St-Petersburg, Russia

Analysis of cerebral blood flow changes is one of methods of assessment of intensity of cognitive activity or/and subjective difficultness of the cognitive task. Both factors might grow during cognitive activity under the hindrances.

18 volunteers (men of 18-23 years) participated in the investigation. Cognitive tests were exposed to subjects, which conditionally were divided into two groups – verbal (VT) and nonverbal tests (NVT). Test of the first group – verbal description of details of a picture. Tests of the second group were: simple and complex sensor-motor reaction, arithmetic calculations, operative memory, construction of a pattern in accordance with a model. Accordingly to two groups of the tests two series of experiments were performed. In each of the series every subject was investigated in different days in three conditions: cognitive tests under normal oxygen content – NCGN, under hypoxia – HCGN, under hypoxia without tests – H. Hypoxia was created with hypoxic oxygen and nitrogen mixture with 11,5-12 oxygen content. Rheoencephalogram (REG) and some other physiological parameters were registered incessantly. Cerebral blood flow dynamics was assessed on the base of amplitude and frequency parameter (AFP) of the REG and its dynamics during tests compare to the background state.

It was suggested that cerebral blood flow growth would be determined by summary action of two factors: 1) the hypoxia which causes growth of cerebral perfusion for compensation of decreased blood oxygen content and 2) cognitive test which causes growth of cerebral energy request. According to this we compared AFP REG growth in HCGN state ( $\Delta$  AFP REG HCGN) and the sum of AFP REG growth in NCGN and H states ( $\Delta$  AFP REG NCGN +  $\Delta$  AFP REG H).

It was revealed that in the period from 20-th to 26-th min of HCGN during VT performing  $\Delta$  AFP REG HCGN was  $29 \pm 14\%$  that is significantly higher than  $\Delta$  AFP REG NCGN +  $\Delta$  AFP REG H. There were no significant differences between analogical parameters neither in period of 1<sup>st</sup> to 6-th min of HCGN during VT performing nor in any period of HCGN during NVT performing.

It was hypothesized that performing of some kinds of verbal tests on certain stages of hypoxia (and, probably, any other kinds of hindrances) increases cerebral energetic request for overcoming the hindrance and for effective performing of the activity.

*The investigation was supported by the Program of RAS Presidium I.19 П.*



## **СТРЕСС В РАННЕМ ВОЗРАСТЕ НАРУШАЕТ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ И ПОВЫШАЕТ БОЛЕВУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВО ВЗРОСЛОМ СОСТОЯНИИ: КОРРЕКЦИЯ БУСПИРОНОМ**

**Буткевич И.П.<sup>1,2</sup>, Михайленко В.А.<sup>1</sup>, Шимараева Т.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Россия; [Irinabutkevich@yandex.ru](mailto:irinabutkevich@yandex.ru)

Стрессорные события в неонатальный период развития способны вызвать долговременное нарушение психоэмоционального поведения и усиление болевой чувствительности. Цель настоящей работы состояла в изучении влияния кратковременного «психогенного» стресса материнской изоляции или/и воспалительной боли у однодневных и двухдневных или у семидневных и восьмидневных крысят (модель для исследования недоношенного и рожденного в срок ребенка человека, соответственно) на функциональную активность тонической ноцицептивной системы, уровень тревожности и депрессии, а также на способность к пространственному обучению у самцов и самок крыс (Вистар), достигших взрослого состояния. С целью улучшить у взрослых особей показатели исследованных типов адаптивного поведения, нарушенные стрессорными воздействиями в раннем возрасте, мы применили хроническое введение агониста 5-HT<sub>1A</sub> рецепторов буспилона в подростковый период развития. 5-HT<sub>1A</sub> рецептор участвует в регуляции 5-HT нейротрансмиссии, включен в механизмы стрессорного ответа, ноцицепции, тревожности и депрессии. В тесте горячая пластина неонатальная воспалительная боль, но не «психогенный стресс», вызвала гипоалгезию у взрослых животных. В формалиновом тесте обнаружена гипералгезия у самцов и самок, испытавших стресс материнской изоляции только в первые два дня жизни; у самцов, подвергнутых ранней воспалительной боли, гипералгезия выявлена независимо от возраста воздействия. Важно подчеркнуть, что сочетание неонатальных вредных воздействий не вызвало увеличение болевой чувствительности в формалиновом тесте по сравнению с контролем, что поднимает ряд важных вопросов, требующих решения. Обнаруженное у взрослых крыс увеличение уровня тревожности в приподнятом крестообразном лабиринте и депрессивноподобного поведения в тесте принудительного плавания и ухудшение способности к пространственному обучению в лабиринте Морриса зависели от типа неонатального повреждающего воздействия, возраста, в котором животные были подвергнуты этим воздействиям, и пола особи. Направленность нарушений в исследованных типах адаптивного поведения совпадала у подростковых и взрослых крыс. Хроническое введение буспилона в подростковый период подтверждает нашу гипотезу о возможном улучшении поведенческих показателей, нарушенных неонатальными воздействиями, и усиливает представление об подростковом периоде как критическом периоде с высокой пластичностью ЦНС. Таким образом, настоящие результаты указывают на то, что ранние повторные стрессорные воздействия повреждают способность справляться со стрессом в дальнейшей жизни, нарушают когнитивную сферу, увеличивают болевую чувствительность; буспирон улучшает показатели исследованных типов адаптивного поведения.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 14-04-00106.*

## **STRESS EARLY IN LIFE DISTURBS PSYCHOEMOTIONAL BEHAVIOR AND INCREASES PAIN SENSITIVITY IN THE ADULTHOOD: CORRECTION WITH BUSPIRONE**

**Butkevich I.P.<sup>1,2</sup>, Mikhailenko V.A.<sup>1</sup>, Shimaraeva T.N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>I.P. Pavlov Institute of Physiology RAS, St.Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Russia; [irinabutkevich@yandex.ru](mailto:irinabutkevich@yandex.ru)

Stressful events during the neonatal period of development are capable of inducing long-term disorder of psychoemotional behavior and strengthening pain sensitivity. The aim of the work was to study effects of a short "psychogenic" stress of maternal isolation or/and inflammatory pain in one- and repeatedly two-day-old rat pups or in seven- and repeatedly eight-day-old rat pups (a model for study of preterm and full-term neonates, respectively) on the functional activity of the tonic nociceptive system, the level of anxiety and depression, and also on the ability to spatial learning in the male and female Wistar rats as adults. With the goal of improving in adult individuals the indices of adaptive behavior disturbed by stressful impacts in the early age we used chronic injections of 5-HT<sub>1A</sub> receptor agonist buspirone during the adolescent period of development. 5-HT<sub>1A</sub> receptor is involved in regulation of 5-HT neurotransmission, mechanisms of stress response, nociception, anxiety and depression. In the hot plate test, neonatal inflammatory pain, but not "psychogenic" stress, caused hypoalgesia in the adult rats.

In the formalin test, hyperalgesia was found in the male and female rats which experienced "psychogenic" stress only during the first two days of life; in male rats exposed to early inflammatory pain, hyperalgesia was revealed independently on age of exposure. It is significant that combination of neonatal impacts did not cause an increase in pain sensitivity in the formalin test as compared with the control. This fact raises a number of important issues that remain to be finally resolved. An increase in the level of anxiety in the elevated plus maze, of depression in the forced swim test and spatial learning deficits in the Morris maze are determined by the type of neonatal noxious impact, age when the animals were exposed to these impacts and sex. The direction of impairments in the different types of adaptive behavior was coincided in the adolescent and adult animals. The data on chronic injection of buspirone during adolescent period confirm our hypothesis for possibility of improvement of behavioral indices disturbed by neonatal impacts, and reinforces the view of the adolescent period as the critical period of development with high plasticity of the central nervous system. Thus, the present results indicate that early repeated stressful impacts impair ability of coping stress later in life, cognitive abilities, increase pain sensitivity; buspirone is capable of improving the indices of the adaptive behavior in the adulthood.

*This work was supported by the RFBR (N 14-04-00106).*

## **ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ВОСПРИЯТИИ КОРОТКИХ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ**

**Бушов Ю.В., Светлик М.В.**

Национальный Исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия;  
[bushov@bio.tsu.ru](mailto:bushov@bio.tsu.ru)

Изучение природы интеллекта и, связанных с ним, особенностей обработки информации мозгом, является актуальной научно-практической проблемой.

Целью настоящего исследования явилось изучение взаимосвязи интеллекта с фазовыми взаимодействиями между ритмами ЭЭГ при восприятии человеком коротких интервалов времени.

В исследованиях участвовали добровольцы, практически здоровые юноши (27 человек) и девушки (29 человек) в возрасте от 18 до 22 лет, учащиеся томских вузов. Все обследуемые дали информированное согласие на участие в настоящем исследовании. В ходе предварительного обследования с помощью тестов Г. Айзенка (2001) исследовали вербальный и невербальный интеллект. В качестве когнитивной деятельности испытуемым предлагали воспроизводить и отмеривать короткие интервалы времени длительностью 200 и 800 мс при наличии и в отсутствие обратной связи о результатах деятельности. ЭЭГ записывали монополярно с помощью 24-канального энцефалографа-анализатора «Энцефалан-131-03» в лобных, центральных, височных, теменных и затылочных отведениях по системе «10-20 %». С целью исключения артефактов, связанных с движением глаз, регистрировали ЭОГ. При вводе аналоговых сигналов в ЭВМ частота дискретизации составляла 250 Гц. При изучении фазовых взаимодействий между ритмами ЭЭГ использовали вейвлетный биспектральный анализ и подсчитывали функцию бикогерентности (Коронковский, Храмов, 2003). В качестве интегральной характеристики уровня фазовых взаимодействий между ритмами ЭЭГ использовали полусумму значений этой функции в исследуемом частотном диапазоне ЭЭГ (0.5-70 Гц). При изучении корреляционных связей между исследуемыми показателями подсчитывали ранговый коэффициент корреляции Спирмена.

Проведенные исследования позволили обнаружить тесные корреляции вербального и невербального интеллекта с уровнем фазовых взаимодействий между ритмами ЭЭГ. Характер этих корреляций зависит от вида и этапа выполняемой деятельности, а также от пола испытуемых.

Поскольку фазовые взаимодействия между ритмами ЭЭГ могут обеспечивать функциональное объединение нейронов (Freeman, 2000), кодирование, сжатие и координацию нейронных сообщений в мозге (Цукерман, 2006), можно заключить, что интеллект связан не только со скоростью передачи сигналов в ЦНС (Deary and Stough, 1996), но также с процессами функционального объединения нейронов, кодирования, сжатия и координации нейронных сообщений в мозге.

## **EEG CORRELATES OF INTELLECT IN SHORT TIME INTERVALS PERCEPTION**

**Bushov Y.V., Svetlik M.V.**

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia;  
[bushov@bio.tsu.ru](mailto:bushov@bio.tsu.ru)

The study of the nature of intellect and the related peculiarities of processing information by brain is an important scientific and practical problem.

The aim of this study was to investigate the correlations of intellect and phase interaction between EEG rhythms in short time intervals perception.

A group of volunteers, all students of different universities of Tomsk, apparently healthy young men (27 people) and young ladies (29 people) aged from 18 to 22 took part in the study. All the subjects gave informed consent to participate in the study. During preview observation with H. Eysenk's tests (2001), verbal and non-verbal intellect was investigated. As a cognitive activity the subjects were to reproduce and admeasure 200 ms and 800 ms time intervals with and without feedback on their performance. EEG was recorded monopolarly with 24-canals encephalograph-analyzer "Encefalan-131-03" for frontal, central, temporal, parietal and occipital leads under "10-20%" system. Electrooculography was registered in order to eliminate the artifacts associated with eye movement. In the process of inputting analog signals to computer the sampling rate was 250 Hz. To study phase interaction between EEG rhythms bispectral wavelet analysis was used and the bicoherent function was calculated (Koronovskiy, Khramov, 2003). As integral characteristic of phase interaction level between EEG rhythms half-sum of this function in the corresponding EGG frequency band (0.5-70 Hz) was used. When studying the correlations between the investigated parameters Spearman's correlation coefficient was calculated.

The studies allowed us to reveal close correlations of verbal and non-verbal intellect with phase interaction level between EEG rhythms. The kind of these correlations depends on the activity type and activity stage, and the subjects' gender.

Since phase interaction level between EEG rhythms can provide the functional unification of neurons (Freeman, 2000), coding, compression and coordination of neural messages in the brain (Zukerman, 2006), we may conclude that intellect is connected not only with CNS signal transmission rate (Deary and Stough, 1996) but also with the processes of functional unification of neurons, coding, compression and coordination of neural messages in the brain.

## **«НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ЭМОЦИЙ ПРИ ОСОЗНАВАЕМОМ И НЕОСОЗНАВАЕМОМ ВОСПРИЯТИИ СЕНСОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ»**

**Вайсертрейгер А.С.-Р., Иванова В.Ю.**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, [vital@mail.ru](mailto:vital@mail.ru)

Эмоции это многокомпонентная реакция организма. Эмоции проявляются как во внешнем поведении, так и на уровне физиологических процессов в организме (в нервной, эндокринной, дыхательной, пищеварительной и других системах). При этом эмоции имеют ярко выраженную субъективную окраску.

Подавляющее большинство физиологических исследований эмоций используют осознаваемые сенсорные стимулы для их формирования. Физиологические реакции на неосознаваемые стимулы и ситуации остаются малоисследованной темой. При этом известно, что информация, воспринимаемая человеком на неосознаваемом уровне, может оказывать существенное влияние на его поведение и эмоциональное состояние.

В данной работе использовали комплексный подход, включающий оценку субъективных и объективных компонентов эмоциональных реакций при осознаваемом и неосознаваемом восприятии испытуемыми акустических эмоциогенных.

Динамика фронтальной межполушарной асимметрии ЭЭГ в условиях неосознаваемого и осознаваемого восприятия сенсорных стимулов имела сходный характер. Соответственно, центральные механизмы, обеспечивающие процессы осознаваемого и неосознаваемого восприятия эмоциональной сенсорной информации, имеют сходные черты. При этом обнаружены принципиальные различия в динамике этого показателя между сравниваемыми условиями восприятия стимулов, которые позволили предположить, что при неосознаваемом восприятии происходит первичная оценка стимула, приводящая к определенным изменениям в межполушарных отношениях. Однако, если предъявляемый стимул все же не достигает уровня осознания, активация ЭЭГ быстро затухает. Это предположение объясняет и полученную динамику вегетативных показателей (КГР, ЭКГ, дыхание) при разных условиях восприятия стимула. При неосознаваемом восприятии висцеральные изменения в организме были более выражены, но менее дифференцированы, чем при осознаваемом.

В целом, полученные результаты позволяют оценить формирующееся в разных условиях восприятия эмоциональное состояние с точки зрения совокупности физиологических реакций, на основании которых можно идентифицировать знак возникшей эмоции и ее активирующее влияние на организм. Получены данные о связи физиологических реакций, субъективного ощущения испытуемого и поведенческой активности.

#### **NEUROPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF EMOTIONS PROVOKED BY CONSCIOUSLY AND UNCONSCIOUSLY PERCEIVED SENSORY INFORMATION**

**Vaiseytreiger A. S., Ivanova V. Y.**

Saint-Petersburg University, Saint-Petersburg, Russia

Emotions are multicomponent reactions occurred both on subjective (self-report) and objective levels (behavior and bodily reactions in endocrine, respiratory, digestive and other systems). The vast majority of physiological studies used consciously perceived emotional stimuli to provoke emotions. Physiological reactions to unconscious stimuli and situations still *remain practically uninvestigated*. At the same time it is known that unconsciously perceived information has a significant impact on individual's behavior and emotional state.

Currently we used a comprehensive approach including an assessment of subjective and objective components of emotional reactions to the conscious and unconscious acoustic stimuli.

Dynamics of frontal EEG hemispheric asymmetry when participants didn't realize emotional stimuli was quite similar to the condition when they consciously perceived the same stimuli. Respectively, the central mechanisms providing processes of conscious and unconscious perception of emotional information have similar lines. However fundamental differences were revealed. In unconscious condition occurred only initial assessment of the stimulus, which led to certain changes in the inter-hemispheric relations. However, if the presented stimuli still does not reach the level of awareness, EEG activation attenuates rapidly. This hypothesis explains the dynamics of visceral parameters as well (GSR, ECG, respiration). During unconscious perception of emotional stimuli bodily reactions were more pronounced but less differentiated than in conscious condition.

In general, the received results allow to estimate the emotional experience which is formed in different conditions of perception. Such estimation based on physiological reactions which it is possible to identify a sign of the arisen emotion and her activating influence on an organism. Experimental data show connection between physiological reactions, subjective feeling of the examinee and behavioural activity are obtained.

#### **НЕЙРО-ГЛИО-СОСУДИСТЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ В РАЗНЫХ ОБЛАСТЯХ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА ДЕТЕЙ**

**Васильева В.А., Шумейко Н.С.**

Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение «Институт возрастной физиологии» РАО, Москва, Россия; [vavasileva@mail.ru](mailto:vavasileva@mail.ru)

С помощью гистологических методик, компьютерного анализа изображений и методов стереометрии в полях 4р, 6 и 6ор двигательной области, в полях 17 и 19 зрительной области и в поле 37ас задней ассоциативной области коры большого мозга детей (18 левых полушарий) от 10 до 13 лет изучали удельные объемы нейронов, волокон, глиоцитов и кровеносных сосудов.

По данным стереологии существенных изменений удельных объемов нейронов и волокон в структуре полей 4р, 6 и 6ор двигательной коры больших полушарий детей 10-13 лет не отмечается. Небольшое уменьшение содержания волокнистых структур от 10 к 13 годам происходит лишь в поле 6ор в III<sup>3</sup> подслое и в поле 6 в V слое. Что касается изменения сосудисто-глиальных соотношений, то значимое увеличение глиального компонента по сравнению с внутрикорковыми сосудами отмечается в 12-13 лет в поле 6 в III<sup>3</sup> подслое и в V слое, в поле 6ор в III<sup>3</sup> подслое и в поле 4р в 13 лет в V слое коры. Нарастание количества нейроглии, вероятно, связано с повышением роли глиальных клеток в обменных процессах мозговой ткани и носит как заместительный, так и компенсаторно-приспособительный характер.

Установлены определенные различия в соотношении волокнистых, нейрональных, сосудистых и глиальных элементов в полях 17, 19 зрительной коры и поле 37ас задней ассоциативной коры большого мозга детей 10-13 лет. В первичном поле 17 удельный объем нейронов в 2 раза меньше удельного объема

волокон, в поле 37ac – в 2,4 раза, а в поле 19 – в 3,5 раза, то есть плотность нейронов в поле 17 выше, чем в полях 19 и 37ac, что также было показано исследователями на взрослых людях. При этом в поле 19 относительное количество глиоцитов в 1,5 раза больше, чем нейронов. В полях 17 и 37ac соотношение нейронов и глиоцитов примерно одинаково. К 13 годам в поле 19 снижается удельный объем сосудов и нарастает удельный объем глиоцитов, а в поле 37ac увеличивается удельный объем волокон.

Относительно большой удельный объем волокнистого компонента по сравнению с удельным объемом нейронов почти во всех исследованных полях у детей 10-13 лет, по-видимому, обусловлен нарастанием локально специализированных ассоциативных и проекционных связей в системе распределенных нейронных сетей.

Как свидетельствуют наши данные, особенности нейро-глио-сосудистых взаимоотношений могут служить одним из показателей для сравнения темпов развития функционально и филогенетически отличающихся полей и областей коры большого мозга на различных этапах постнатального онтогенеза.

#### **RELATIONSHIP BETWEEN NEURON, GLIAL AND VASCULAR COMPONENTS IN DIFFERENT AREAS OF HUMAN CEREBRAL CORTEX OF THE CHILDREN**

**Vasilyeva V.A., Shumejko N.S.**

Federal State Budget Scientific Institution "Institute of Developmental Physiology" RAE, Moscow, Russia;  
[vavasileva@mail.ru](mailto:vavasileva@mail.ru)

Using histological techniques, computer analysis of images and stereometric methods in the fields 4p, 6 and 6op of the motor area, 17 and 19 of the visual area and in the field 37ac of the posterior associative cortex area of the children from 10 to 13 years (18 left hemispheres) studied the specific volumes (SV) of neurons, fibers, glial cells and blood vessels.

According to the stereometric analysis changes of the specific volumes of neurons and fibers in the structure fields 4p, 6 and 6op the motor cortex of children 10-13 years there has been a small reduction of fibrous structures from 10 to 13 years occurs only in field 6op in III<sup>3</sup> sublayer and in 6 field in V layer. With regard to changes in vascular-glial ratios, the significant increase in glial component compared to the intracortical vessels indicated in 12-13 years in 6 field in III<sup>3</sup> sublayer and V layer, in field 6op in III<sup>3</sup> sublayer and in field 4p in 13 years in the V layer crust. Accumulation of a number of neuroglia, probably due to the increasing role of glial cells in metabolic processes of the brain tissue is both as a substitution and compensatory-adaptive in nature.

Establishes certain differences in the ratio of fibrous, neuronal, glial and vascular elements in 17, 19 fields of visual cortex and field 37ac of the posterior associative cortex of children 10-13 years. In the primary field 17 specific volume of neurons in 2 times less than the specific volume of fibers, in the field 37ac – 2,4 times and in field 19 – 3,5 times, that is the density of neurons in field 17 higher than in 19 and 37ac fields that has also been shown by researchers to adult humans. In field 19 relative amount of glial cells in 1,5 times larger than the neurons. In 17 and 37ac fields ratio of neurons and glial cells at about the same rate. For 13 years in field 19 reduced specific volume vessels and grows specific volume glial cells and specific volume of fibers increases in 37ac field.

Relatively high specific volume fibrous component compared to the specific volume of neurons in almost all the fields studied in children 10-13 years, apparently due to a build-up of locally specialized associative and projection system links distributed neural networks.

As evidenced by our data, particularly neuro-glio-vascular relationship can be one of the indicators to compare the rates of development of functionally and phylogenetically different fields and regions of the cortex at different stages of postnatal ontogenesis.

#### **МЕТОД ФИЗИОПРОФИЛАКТИКИ И РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Васильева В.В., Кулик Н.М., Абдурахманова А.А.**

ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» Медицинская академия имени С.И. Георгиевского  
Кафедра ЛФК, спортивной медицины и физиотерапии с курсом физического воспитания, Симферополь,  
Россия, [azime-a@yandex.ru](mailto:azime-a@yandex.ru)

С целью выявления социально-экономической значимости санаторно-курортного этапа лечения было проанализирована частота обострений в течение года у больных диспансерной группы с заболеваниями нервной системы (последствия инсультов, невритов периферических нервов, вертеброгенных радикулопатий, дисциркуляторная энцефалопатия).

Под наблюдением находилось 137 больных в возрасте от 21-57 лет, из которых 44 больных прошли курс санаторно-курортного лечения (бальнео-, климатотерапия, аппаратная физиотерапия, лечебная физкультура, массаж) и 93 больных не получали физических методов лечения.

В первой группе обострение возникло у одного больного, страдавшего вертеброгенной радикулопатией пояснично-крестцового отдела позвоночника, количество больничных листов на одного больного составило 0,02, количество дней на одного больного 0,09. Во второй группе обострения отмечались у 73 (78,4%), количество больничных листов на одного больного 0,78, количество дней нетрудоспособности 1272, в среднем на одного больного 13,7.

Таким образом, санаторно-курортное лечение оказалось высокоэффективным методом физиопрофилактики и реабилитации больных с патологией нервной системы.

#### **METHOD OF PHYSIOPREVENTION AND REHABILITATION FOR PATIENTS WITH DISEASES OF THE NERVOUS SYSTEM**

**Vasilyeva V.V., Kulik N.M., Abdurakhmanova A.A.**

Medical Academy named after Georgievsky S.I.  
Department of medical physical culture, sports medicine and physical therapy with a course of physical education.  
Simferopol, Russia, [azime-a@yandex.ru](mailto:azime-a@yandex.ru)

With the view of detection of social-economical importance of sanatorium stage of treatment was analyzed the frequency of exacerbations during the year group of dispensary patients with diseases of the nervous system (consequences of stroke, neuritis of peripheral nerves, vertebral radiculopathy, encephalopathy).

We observed 137 patients aged 21-57 years, of which 44 patients wick received sanatorium treatment (balneotherapy, climatotherapy, physiotherapy, exercise therapy, massage), and 93 patients did not receive physical methods of treatment.

In the first group aggravation arose in one patient, who suffered from vertebral radiculopathy of lumbosacral spine, the number of sick leave for one patient was 0.02 days for one patient 0.09. In the second group exacerbations occurred in 73 (78.4%), the number of sick leave for one patient of 0.78, the number of days of disability in 1272, an average of 13.7 for one patient.

Thus, the sanatorium stage of treatment turned to be a highly effective method of prevention and rehabilitation of patients with disorders of the nervous system.

### **КОРРЕКЦИЯ РАЗВИТИЯ БИНОКУЛЯРНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ У ДЕТЕЙ С ТРУДНОСТЯМИ В ЧТЕНИИ**

**Васильева Н.Н.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева», Чебоксары, Россия; vasnadya@rambler.ru

Имеющиеся исследования о наличии связи между расстройствами зрительных механизмов и показателями школьной неуспеваемости (Безруких, Крещенко, 2004; Mackeben et al., 2004; Соколова, 2005; Facoetti et al., 2005; Kapoula et al., 2007; Prado et al., 2007; Bucci et al., 2008; Левашов, 2009; Русецкая, 2009; Shin et al., 2009; Palomo-Alvarez, Puell, 2010) актуализируют вопросы направленного воздействия на разные механизмы в целях общей оптимизации функционального состояния зрительной системы у детей группы риска.

Цель работы состояла в разработке программы развития и укрепления бинокулярных зрительных механизмов и исследовании возможности улучшения показателей чтения у детей с трудностями в чтении при помощи коррекционных занятий.

У обследованных детей младшего школьного возраста с трудностями в чтении были снижены все измеряемые нами показатели бинокулярного зрения: фузионные резервы, скорость бинокулярной интеграции, острота стереозрения.

Разработанная программа коррекционных занятий включала 2 модуля. Первый модуль был направлен на развитие механизмов бинокулярного стереосинтеза. Основными средствами служили стереоскоп с набором специальных стереограмм и стереофотографий естественных сцен, анаглифические стереоиллюстрации и автостереограммы. Во втором модуле для развития и укрепления бинокулярных механизмов использовали интерактивные компьютерные программы, разработанные в Институте проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН. В этом модуле в качестве центрального условия коррекции функционального состояния бинокулярной зрительной системы мы рассматривали обязательное дифференцированное воздействие на все базовые бинокулярные зрительные механизмы: бинокулярный стереопсис, бинокулярную интеграцию, моторные и сенсорные механизмы фузии. Режим тренировок учитывал уровень сформированности бинокулярных зрительных функций у испытуемых и корректировался от сеанса к сеансу с учетом наблюдаемой динамики. В результате курса тренировок (10 занятий по первому модулю, 15 – по второму) у детей улучшились не только бинокулярные показатели (увеличились фузионные резервы и скорость бинокулярной интеграции, повысилась острота стереоскопического зрения), но и показатели чтения (скорость и правильность чтения, способ чтения).

### **CORRECTION OF BINOCULAR VISUAL MECHANISMS IN CHILDREN WITH READING DIFFICULTIES**

**Vasilyeva N.N.**

I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, Russian Federation; vasnadya@rambler.ru

Some studies on the link between disorders of visual mechanisms and indicators of school failure (Bezrukih, Kreshenko, 2004; Mackeben et al., 2004; Sokolova, 2005; Facoetti et al., 2005; Kapoula et al., 2007; Prado et al., 2007; Bucci et al., 2008; Levashov, 2009; Rusetskaya, 2009; Shin et al., 2009; Palomo-Alvarez, Puell, 2010) highlight the issue of affecting different mechanisms to optimize the functional state of the visual system in children at risk.

The main purpose of the study was to elaborate a program to develop and strengthen binocular visual mechanisms and study possible reading improvements in children with reading difficulties by means of rehabilitative training.

We surveyed primary school children with reading difficulties and found that all measured parameters of binocular vision were reduced: fusional reserves, rate of binocular integration and stereoacuity.

The developed program of rehabilitative training included 2 module. The first module was aimed at developing mechanisms of binocular stereosynthesis. The equipment consisted of the stereoscope served with a set of special stereograms and stereophotographs of nature, and anaglyph stereopictures and autostereograms. In the second module, in order to develop and strengthen binocular mechanisms we used interactive computer programs created at the Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences. In this module as a central criterion to correct the functional state of binocular visual system we considered obligatory differentiated impact on all basic mechanisms of binocular vision: binocular stereopsis, binocular integration, motor and sensory mechanisms of diffusion. This training regime regarded the level of development of binocular visual functions in subjects and was adjusted to observed dynamics from session to session. As a result of the course of training (10 sessions in the first module, 15 – in the second) a significant improvement was achieved not only in

binocular indicators (increased fusional reserves, rate of binocular integration, and stereoacuity) but also in reading skills, such as reading rate, reading accuracy and reading style.

### **ДЕТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ МЕХАНИЗМОВ АЗИМУТАЛЬНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКА ЗВУКА**

**Васильков В.А., Тикиджи-Хамбурьян Р.А.**

НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия,  
[vva@sfedu.ru](mailto:vva@sfedu.ru)

Представлены результаты применения биологически обоснованного нейромоделирования для изучения принципов обработки и передачи, от периферических к бинауральным отделам слуховой системы, информации об азимутальном положении источника звука. На основе разработанной межуровневой исследовательской модели с детализацией свойств отдельных клеток, рассмотрена динамика импульсной активности нейронных популяций при предъявлении акустических стимулов с варьируемым азимутальным углом. Показана устойчивая тенденция отображения популяционной активностью бинауральных клеток величины азимутального угла.

### **DETAILED MODELING OF NEURAL MECHANISMS UNDERLYING AZIMUTHAL SOUND SOURCE LOCALIZATION**

**Vasilkov V.A., Tikidji-Hamburyan R.A.**

A.B. Kogan Research Institute for Neurocybernetics, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia  
[vva@sfedu.ru](mailto:vva@sfedu.ru)

### **АКТИВАЦИОННАЯ ПРИРОДА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ СНА**

**Вербицкий Е.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт аридных зон Южного научного центра РАН, Ростов на Дону, Россия, [e\\_verbitsky@ssc-ras.ru](mailto:e_verbitsky@ssc-ras.ru)

Гиперактивация нервной системы возникает за счет стойкого преобладания влияния активационных процессов на деятельность церебральных систем во время бодрствования и в течение ночного сна. Оказалось, что течение гиперактивации нервной системы имеет свои индивидуальные особенности. В частности, в бодрствовании это касалось, не только низких порогов разномодальных вызванных потенциалов, но также весьма слабой габитуации величин размаха амплитудных комплексов ответов при многократном повторении раздражений. Ночной сон отличался, преимущественно, незначительной глубиной, а динамика его развития характеризовались плоской гипнограммой, в которой, как правило, доминировал неглубокий медленноволновый сон. Помимо этого ночному сну при гиперактивации нервной системы была свойственна значительная диссоциация пространственно-временных паттернов ритмических компонентов, особенно присущих неглубокому медленному сну «сонных» веретен. Кроме того, характерными являлись нарушения цикличности развития сна за счет большого количества спонтанных активаций разной этиологии, что находило отражение в высокой сегментации фаз ночного сна. Указанные особенности развития сна, как выяснилось, довольно тесно связаны с высоким уровнем личностной тревожности в значительной степени. Причем, как оказалось, индивидуальные особенности, обусловленные тревожностью, способны отражать глубину нарушений условий, которые необходимы для протекания каскадов нейрохимических реакций, цель которых обеспечить адекватную экскрецию гормонов и метаболитов для поддержания последующего бодрствования. Уточнение этого было проведено в модельных экспериментах, выполненных на животных. Показано, что инициирование гиперактивации нервной системы приводило к ухудшению развития медленного сна по инсомническому типу, что негативно влияло на электрофизиологические показатели последующего бодрствования, а также на характеристики адаптивного поведения животных. Использование животных с высоким и низким уровнями базовой тревожности позволило выявить главные особенности развития индивидуально обусловленных расстройств сна, сходных с инсомнией. Подобный подход позволил опробовать методы, направленные на снижение негативных последствий указанных расстройств. Исследование вышеописанных сомнологических процессов нацелено на понимание нейрофизиологических механизмов индивидуальности в организации ночного сна, а также направлено на уточнение природы инсомнических расстройств ночного сна у лиц, отличающихся уровнем личностной тревожности.

### **ACTIVATION NATURE OF INDIVIDUAL DIFFERENCES OF THE SLEEP**

**Verbitsky E.V.**

Institute of Arid Zones of the South Sci. Centre of the Russian Acad. Sci., Rostov on Don, Russia,  
[e\\_verbitsky@ssc-ras.ru](mailto:e_verbitsky@ssc-ras.ru)

Hyperactivation of nervous system arises due to resistant prevalence activation on activity of cerebral systems during wakefulness and night sleep. It appeared hyperactivation of nervous system has the specific features. These features were tied with low thresholds the event-related potentials and weak reaction of habituation. The night sleep differed in light depth and the dynamic of its development were characterized by flat hypnogram with prevalence of light sleep. In addition hyperactivation of nervous system characterized by dissociation of time-space patterns EEG at spindle frequency in deep sleep. Besides, high level of sleep fragmentation because of spontaneous arousals disturbed sleep cycles. The specified features of sleep development were due to high level of personal anxiety. Individual features were due to anxiety may reflect depth defect of conditions need for neurochemical reaction related with hormonal excretion and need for maintaining of

next wakefulness. It was confirmed by animal experiments. It was shown that stimulation of hyperactivation of nervous system led to insomnia type that negatively influenced on electrophysiological features in subsequent wakefulness and characteristics of adaptive behavior of animals also. Use of animals with high and low levels of basic anxiety allowed to reveal the main features of development of individually caused frustration of a sleep similar to insomnia. Similar approach allowed to test the methods directed on decrease in negative consequences of the specified frustration. Research above described somnological processes is aimed at understanding of neurophysiological mechanisms of identity in the organization of a night sleep, and directed on specification of the nature the insomnia-like night sleep disturbances at the persons differing in the level of personal uneasiness.

#### **КЛАСТЕРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КАЛЬБИДИН-ИММУНОПОЗИТИВНЫХ НЕЙРОНОВ ДОРСАЛЬНЫХ РОГОВ СПИННОГО МОЗГА КОШКИ**

**Вещицкий А.А.<sup>1</sup>, Меркульева Н.С.<sup>1,2</sup>, Мусиенко П.Е.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук, <sup>2</sup>Институт трансляционной биомедицины СПбГУ, Россия, Санкт-Петербург.  
E-mail: veschickiyalex@mail.ru

Исследование по распределению кальций-связывающего белка кальбиндина 28 кДа в сером веществе люмбосакрального отдела спинного мозга проводили на 5 взрослых кошках, с использованием метода иммуногистохимического анализа.

На фронтальных срезах поясничного отдела спинного мозга на уровне сегментов L3-L7 в пластинках II-IV была впервые выявлена регулярная упорядоченная организация мелких нейронов: модули размером  $268 \pm 23$  мкм, ориентированные перпендикулярно кривизне дорсальных рогов. Расстояние между кластерами иммунопозитивных клеток составляет 158-422 мкм. Количество кластеров в дорсальном роге варьирует от 3 до 6. Группы кальбиндин-иммунопозитивных нейронов медиальной части пластин II-IV в отличие от латеральных кластеров разделены афферентными волокнами, приходящими от дорсальных корешков. Модули клеток сегмента L4 наиболее четко видны на горизонтальных срезах, сделанных на глубине 1,4-1,6 мм от дорсальной поверхности спинного мозга. Данные кластеры распределены в rostro-каудальном направлении и представляют собой периодически расположенные короткие полосы с длинной осью, параллельной медиолатеральной оси мозга. В состав каждого кластера входит несколько фузиформных интернейронов, средний размер которых равен  $76 \pm 2$  мкм.

Данное исследование показало, что кальбиндин-иммунопозитивные клетки пластин II-IV распределены неомогенно и образуют трехмерную сеть. Локализация, размер и число кластеров кальбиндиновых клеток дорсальных рогов позволяют предположить, что эти группы нейронов пластин II-IV могут иметь связи с дерматомами задних конечностей и являться элементами кожной соматотопической организации в дорсальных рогах. Интернейроны пластин II-III отвечают за интеграцию разномодальной соматосенсорной информации (Yasaka et al., 2010). Таким образом, полагаем, что выявленные модули могут быть одной из основ сенсомоторной интеграции на уровне спинного мозга.

*Исследования проведены с использованием оборудования Ресурсного центра молекулярных и клеточных технологий Санкт-Петербургского государственного университета (РЦ РМиКТ СПбГУ). Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 14-15-00788.*

#### **CLUSTERED ORGANIZATION OF THE CALBINDIN IMMUNOPOSITIVE NEURONS IN CAT SPINAL CORD DORSAL HORNS**

**Veshchitskii A.A.<sup>1</sup>, Merkulyeva N.S.<sup>1,2</sup>, Musienko P.E.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Pavlov Institute of Physiology RAS; <sup>2</sup>Institute of Translational Biomedicine, State University, Russia, Saint-Petersburg. E-mail: veschickiyalex@mail.ru

The research of the calcium-binding protein calbindin 28 kDa distribution in the gray matter of the lumbar sacral spinal cord was performed on 5 adult cats using immunohistochemical analysis method.

We first identified that frontal slices at the L3-L7 level had regularly ordered organization of small neurons. These neurons formed 3-6 clusters of immunopositive cells distributed in laminae II-IV and oriented perpendicular to the curvature of the dorsal horn. Intercluster distance varied from 158 to 422  $\mu\text{m}$ . The clusters size was  $268 \pm 23$   $\mu\text{m}$ . Medial neuronal clusters, but not lateral ones, were separated by afferent fibers from dorsal roots. The L4 clusters were visualized more clearly at the horizontal sections (depths of 1.4-1.6 mm from the pial surface). The clusters were generally organized in a rostro-caudal direction. Each cluster includes several fusiform neurons. The size of the neurons was  $76 \pm 2$   $\mu\text{m}$ .

The research showed that the calbindin-immunopositive fusiform cells in laminae II-III were distributed non-homogeneously and are organized into a 3-dimensional network. The location, size and numbers of these clusters allow proposing that the calbindin-clusters observed in laminae II-III may correspond to hindlimb dermatomes and dorsal horn cutaneous somatotopic organization. Interneurons of laminae II-III are responsible for the integration of different modalities somatosensory information (Yasaka et al., 2010). In this case, one functional role of these cells may be a multisensory integration.

*This study was supported by RSF grant No. 14-15-00788 and RFBR grant No. 16-04-01791 A. The research is provided using equipment of the Center for Molecular and Cell Technologies, Research Park, St. Petersburg State University.*

## ДЕЙСТВИЕ РАСТВОРА ПЧЕЛИНОГО МЁДА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГИПЕРЛИПИДЕМИИ

Виноградова Т.В., Ключева Н.Н., Калашникова Н.М., Белова Е.В., Парфёнова Н.С., Окуневич И.В.

ФБГУ НИИ «Экспериментальной медицины» СЗО РАМН, С-Петербург, ул.акад. Павлова 12, Россия.

[nnklyueva@gmail.com](mailto:nnklyueva@gmail.com)

Действие водного раствора натурального цветочного мёда (витамидин) обладает гипохолестеринемическим, гипотриглицеридемическим, антиоксидантным, иммунокорректирующим действием, нормализует нарушенный при гиперлипидемии спектр липопротеидов и не оказывает неблагоприятных побочных эффектов.

Цель исследования – изучить гиполипидемическое действие природного вещества витаминина (водный раствор натурального цветочного пчелиного мёда), полученного по технологии, включающей кристаллизацию раствора, с последующим оттаиванием.

**Методы.** Эксперименты проводили на самцах беспородных крыс и кроликах. Гиперлипидемию индуцировали введением атерогенной диеты, обогащённой холестерином (ХС). В сыворотке крови определяли содержание холестерина, триглицеридов (ТГ) и холестерина ЛПВП (ХС-ЛПВП). ХС-ЛПНП и индекс атерогенности рассчитывали по известным формулам Фридвальда и Климова. Содержание липидов определяли с помощью ферментативного метода с использованием набора фирмы Randox (Англия). Разделение липопротеидов (ЛП) проводили методом ультрацентрифугирования в градиенте плотности КВч.

**Результаты.** Установлено, что введение интраназально раствора пчелиного мёда в большом разведении, способствовало снижению содержания общего ХС сыворотки крови и в печени на 20 – 40%, ТГ – на 30 – 60%. При исследовании данного раствора на состояние антиоксидантной системы было выявлено снижение гидроперекисей. Так, у интактных крыс процент гидроперекисей в апо-В ЛП составлял 50%, при дислипидемии увеличился до 98%, а в результате использования данного раствора мёда он снижался до 64%. При разделении ЛП сыворотки крови ультрацентрифугированием в градиенте плотности выявлено существенное снижение ЛП промежуточной плотности. Исследование иммунологических показателей сыворотки крови выявило значительную нормализацию пролиферативной активности лимфоцитов в ответ на применение митогенов у животных, получавших раствор мёда и отчётливое снижение угнетения супрессорной активности лимфоцитов при индуцировании её конвалляротоксином А.

**Вывод.** Обладая гипохолестеринемическим, гипотриглицеридемическим, антиоксидантным, иммунокорректирующим действием, нормализуя нарушенный при гиперлипидемии спектр ЛП и не оказывая неблагоприятных побочных эффектов, изученное вещество представляется перспективным в качестве гиполипидемического препарата.

## THE ACTION OF A SOLUTION BEE HONEY IN EXPERIMENTAL HYPERLIPIDEMIA

T.Vinogradova, N.Klyueva, N.Kalashnikova, E.Belova, N.Parfenova, I.Okunevich

Federal State Budgetary Institution «Research Institute of Experimental Medicine»,

Saint-Petersburg, Russia, 197376, [nnklyueva@gmail.com](mailto:nnklyueva@gmail.com)

The action of an aqueous solution of natural flower honey (vitamidin) has cholesterol-lowering, hypotriglyceridemia, antioxidant, immunocorrective effect, normalizes the disturbed lipoprotein hyperlipidemia spectrum and has no adverse side effects.

**The purpose** of the research is to examine hypolipidemic effect of natural substance vitaminina (aqueous solution of natural flower honey bee) obtained by the technology comprising the crystallization of the solution, followed by thawing.

**Methods:** Experiments were carried out on male inbred rats and rabbits with induced introduction of atherogenic (the cholesterol-rich) diet dyslipidemia (DLP).

In blood serum cholesterol (CH), triglycerides (TG) and HDL cholesterol (HDL-CH). LDL-CH and atherogenic index were calculated by the known formulas by Friedewald and Klimov. Lipoproteins were separated by density gradient ultracentrifugation. Samples of liver, after preliminary extraction of lipids, CH and TG levels were determined. The lipid content was determined by the enzymatic method using a recruitment firm Randox (England). Statistical analysis was performed using the program "Statgraphics". All procedures and animal experiments were carried out in accordance with the "Rules of good laboratory practice in the Russian Federation." (Directive of the European Parliament and the European Union №2010 / 63 / UOM). Rules approved by order of the Ministry of Health of the Russian Federation №267 from 19.06.2003 and approved by the Ethics Committee of the Biomedical Institute of Experimental Medicine.

**Results.** It was found that the administration of intranasal solution of honey in a large breeding contributed to the reduction of total cholesterol in blood serum and liver by 20 – 40%, TG – by 30 – 60%. The study of the effect of the solution on the antioxidant system showed a reduction of hydroperoxides. Thus, in intact rats the percentage of hydroperoxides in apo B lipoproteins (PL) was 50% with dyslipidemia increased up to 98%, while after using this honey solution it decreased to 64% in separation of blood serum LP density gradient ultracentrifugation showed a significant decrease in LP intermediate density.

## СКАЗКОТЕРАПИЯ КАК СПОСОБ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ: АННОТАЦИЯ МАСТЕР-КЛАССА «КОЛОБОК, КОЛОБОК, К КОМУ ТЫ КАТИШЬСЯ...»

Вишневская Л.Л.

Развивающий центр «ТАИС» г.о. Химки Московской области, Россия [larchik16@rambler.ru](mailto:larchik16@rambler.ru)

В настоящее время в психологической практике существует немало различных психотерапевтических техник, которые направлены на диагностику и коррекцию, в том числе детско-родительских отношений. Однако, в последнее время, наибольший интерес и популярность стал



приобретать метод сказкотерапии, преимущество которого заключается в том, что он интегрирует множество психотехнических приёмов в единый сказочный контекст, в основе которого лежит феномен мифа, сказки, притчи, метафор. Сказкотерапия – метод, использующий сказочную форму для интеграции личности, развития творческих способностей, расширение сознания, совершенствования взаимодействий с окружающим миром.

Несмотря на то, что в настоящее время в развитии метода сказкотерапии условно выделяют несколько этапов, однако, ни один из них не заканчивался, уступая место новому. В настоящее время ряд авторов выделяют три этапа, предшествующих оформлению концепции сказкотерапии как направления, как школы. Первый этап – устное творчество, спонтанное сложение и передача историй: народные и авторские сказки, мифы, легенды, притчи, байки. Второй этап связан с научным исследованием и осмыслением метафорического материала. В частности, в работах К.Г. Юнга, Э. Бёрна, М.Л. фон Франц, Б. Беттельгейма, в рамках создания школы психоанализа, стали рассматривать скрытый смысл, символизм мифологических историй. Третий этап – использование сказки как техники. Вобрав в себя основные тенденции предыдущих этапов, в 90-годы прошлого столетия, оформляется концепция сказкотерапии. Здесь необходимо назвать имена А.В. Гнездилова, В.Я. Проппа, Т.Д. Зинкевич-Евстигнеева, И. В. Вачкова И.В. Стишенов, и др.

Способы и приёмы работы со сказкой разнообразны: рассказывание, анализ, сочинение, обсуждение сказки; рисование иллюстраций к сказке; ролевое проигрывание, разыгрывание с помощью готовых игрушек; изменение конца сказок, включение в сказку других персонажей, ассоциирование с героями и т.д.

Безусловно, сказкотерапия тесно связана с арттерапией (терапия искусством) и игровой терапией, с гештальт-терапией, телесноориентированной терапией, психоанализом и ТРИЗом. Пути развития сказкотерапии предполагают включение лучших элементов различных психологических и педагогических разработок.

Следует отметить, что одна и та же сказка может быть использована для различных возрастных категорий: один, увидит картину жизненного пути человека, вынужденного преодолевать разные трудности на разных этапах своей жизни, другой, осознаёт идею о необходимости автономии от родителей, третий, откроет в ней смысл, связанный с предопределённостью судьбы и следованием своему предназначению. Например, при проведении тренингов со взрослыми, участники постигают смысл происходящих вокруг них явлений, обратят внимание на причины и следствия поступков всех героев сказки, попробуют понять философскую подоплеку сказки. Ребенок может проследить последствия необдуманных, слишком скорых детских решений, особенно в кризисные периоды, когда он старается обходиться без помощи родителей, и ориентация его поведения будет преломляться через личные переживания (кризис 3-х лет); во время перехода к новой социальной ситуации (кризис 7-лет). С помощью той же сказки подросток, который исследует других людей и их реакции по отношению к себе, узнает, какие типы людей существуют и как можно вести себя с ними.

В рамках мастер-класса на примере народной сказки "Колобок" будет продемонстрировано, что воспитание ребенка любовью не отрицает контроль со стороны родителей, поскольку вне этого контроля не может быть целенаправленного воспитания. Тем не менее, именно внешний контроль вступает в противоречие с потребностью ребенка быть самостоятельным. Поэтому на мастер-классе участники попробуют найти такие формы контроля, которые бы соответствовали возрасту ребенка и не ущемляли его самостоятельности, одновременно способствовали развитию самоконтроля.

Таким образом, будут продемонстрированы сказкотерапевтические технологии, которые помогут исследовать в частности проблемы семейного воспитания, помочь родителям определить свой стиль воспитания, установить какие родительские позиции, они занимают по отношению к собственным детям.

## **ЭКГ-ФЕНОМЕНЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ВОДОЛАЗА ПРИ РАБОТЕ ПОД ВОДОЙ**

**Войнов В.Б.**

ФГБУН Институт аридных Южного научного центра РАН, г.Ростов-на-Дону, РФ, [voinov@ssc-ras.ru](mailto:voinov@ssc-ras.ru)

Основные компоненты комплексной нагрузки, действующей на человека во время работ, выполняемых под водой: непривычный (затрудненный) режим дыхания через систему жизнеобеспечения (акваланг, ребризер); *некоторый уровень гипоксии, в ряде случаев и гипокпапии; возможно – гипероксии и гиперкапнии; гипотермия; интенсивная физическая работа*, связанная: с преодолением сопротивления воды и давления водного столба; при движении в толще воды; с выполнением различных задач, требующих значительного физических усилий, включая, в том числе, участие мышц с терморегуляции организма; *психозмоциональная нагрузка, связанная с необходимостью высокой ответственности и внимания, с переживаемым чувством опасности.*

Цель работы: описание ЭКГ-феноменов сердечно-сосудистой системы человека в фоновом состоянии в привычных условиях и на фоне тестовых нагрузок при работе под водой; индивидуальные и групповые особенности

Основные методы работы. *Комплекс холтеровского мониторинга ЭКГ – «Валента» (Россия, СПб). Мониторинг ЭКГ на фоне: релаксированного состояния лежа; активной ортостатической пробы; во время работы под водой: плавание на милю (1852 м), изометрическое усилие – попытка транспортировки большого камня. В работе использовалось специальное снаряжение для подводных работ: гидрокостюмы сухого типа (на теле – теплое белье), системы обеспечения дыхания, массой более 20 кг; специальные грузы (массой от 6 до 12 кг, подбирающиеся индивидуально). В исследовании приняли участие водолазы, проходящие обучение (новички) и работающие (профессионалы, время работы под водой 300 и более часов) в условиях Заполярья. Группа новичков – 12 человек, средний возраст 18,8±1,7 лет. Группа профессионалов – 11 человек, средний возраст 28,6±3,9 лет. Исследования проводились в апреле-мае,*

августе-сентябре в Мурманской области, температура воды в Кольском заливе в это время была положительной, но не превышала 4-5 °C.

Основные феномены. Для профессионалов, принявших участие в исследовании, характерны: в фоновом состоянии лежа выраженная дыхательная аритмия: на выдохе RR-интервал может достигать 1200-1500 мс (ЧСС – 40-50 уд./мин), на вдохе 700-800 мс (ЧСС – 75-85 уд./мин); на фоне прохождения дистанции под водой на ластах: 40-50 минут ригидный ритм при значительном снижении дисперсии длительности RR-интервалов, ЧСС 150-170 уд./мин; при переходе к работе под водой значительное увеличение амплитуды R-зубца при небольших укорочениях компонентов кардиокомплекса. В группе новичков отмечается разнообразие ЭКГ-характеристик, как правило: невыраженная дыхательная аритмия в спокойном состоянии, неоптимальные перестройки в ортопробе, значительная тахикардия на фоне нагрузок, связанных с погружением и работой под водой.

Заключение. Достижение водолазами-профессионалами высокой работоспособности и продолжительной «профессиональной живучести» определяются не только профотбором и оптимально организованным тренировочным процессом, но и постоянным контролем их состояния в процессе тренировок и пиковых нагрузок, оценкой адаптационной пластичности и ресурсов.

### **CARDIO-VASCULAR PHENOMENA IN DIVER DURING PERFORMING UNDERWATER TASK**

**Voynov V.B.**

FGBUN Institute of Arid Southern Scientific Center RAS, Rostov-on-Don, Russian Federation, [voinov@ssc-ras.ru](mailto:voinov@ssc-ras.ru)

Breathing loading through life-support system (aqualung, rebreather); hypoxemia; hypocapnia; in some cases hypercapnia, hyperoxia and hypercapnia; hypothermia; intensive physical activity during diving related with overcoming resistance of water and water column pressure; psychoemotional loading related with needing of high responsibility and attention and experiencing of sense of danger are basic components of loading act on men during performing underwater tasks.

The aim of present study was description of ECG phenomena of the human cardiovascular system in reset state and during performing underwater tasks.

Methods: Holter ECG complex "Valenta" (Russia, St. Petersburg). Monitoring ECG during relaxed state of lying, active orthostatic test, while working underwater, swimming a mile (1852 m), isometric force – an attempt to transport a large stone. The special equipment for underwater tasks were used: dry type diving suits (on the body – warm underwear), respiratory system software, weighing more than 20 kg; special loads (weighing from 6 to 12 kg, selected individually). The study was involved divers trainees (beginners) and professional divers (experience in underwater work is more than 300 hours in Arctic). Beginners group included 12 men, aged  $18,8 \pm 1,7$  years. Group of professionals included 11 men, aged  $28,6 \pm 3,9$  years. The studies were conducted in April and May, August and September in the Murmansk region, the water temperature in the Kola Bay at this time was positive, but not more than 4-5 °C.

Results: The divers of professional group had respiratory arrhythmia in reset stat, expiratory RR-interval was up to 1200-1500 ms (heart rate was 40-50 beats / min.), inspiratory RR-interval was 700-800 ms (heart rate was 75-85 beats / min); during of passing distances underwater flippers were rigid rhythm during 40-50 minutes with a significant reduction of the dispersion duration RR-intervals, heart rate of 150-170 beats / min. during the transition to underwater work the R-wave amplitude in small shortening cardiocomplex components significant increased. ECG variations were in beginner group: unexpressed respiratory arrhythmia at rest, non-optimal adjustment in the orthostatic test, significant tachycardia loads on a background of immersion and work under water.

Conclusion: Achieving divers professionals high performance and long-term "professional vitality" are determined not only physical fitness and optimally organized training process, but also the constant supervision of the state during training and peak loads, assessment of adaptive plasticity and resources.

### **ОКСИДАТИВНЫЙ СТРЕСС У СПОРТСМЕНОВ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД**

**Волкова Е.С.**

Башкирский институт физической культуры (филиал) Уральского государственного университета  
физической культуры, Уфа, Россия, [volkova\\_ekata@mail.ru](mailto:volkova_ekata@mail.ru)

Соревновательный период знаменует состояние наивысшей эмоционально-психической, морфофункциональной, технико-тактической готовности спортсменов. Интенсивные физические нагрузки вызывают сложнейшую цепь адаптационных реакций организма, которые в значительной степени связаны с их энергетическим обеспечением. Однако специфичность множества факторов (недостаточный уровень технико-тактического мастерства, факторы биологического воздействия, уровень соперников и т.д.) влияют на психофункциональную резистентность спортсменов. Физические нагрузки активируют симпатoadrenalовую, гипоталамо-гипофизарно-кортикоидную системы, увеличивают потребление кислорода и влияют на выносливость спортсмена, уровень которой во многом определяет результативность. В основе специфического проявления выносливости, с физиологической точки зрения, лежат особенности биоэнергетического потенциала у разных представителей единоборств. Известны несколько путей добывания энергии, различных по своей природе: окислительное превращение; анаэробный ферментативный распад углеводов; алактатная анаэробная способность, связанная с использованием внутримышечных резервов АТФ и креатинфосфата. Тем не менее, в единоборствах не существует единого мнения по методике тренировки выносливости, что представляет проблему в важнейших практических вопросах. При предъявлении организму повышенных требований за счет интенсивных физических и, особенно, психоэмоциональных нагрузок в соревновательный период, развитие оксидативного стресса с нарушением жизненно важных структур и функций, в большинстве случаев неизбежно. К наиболее уязвимым категориям мы отнесли начинающих спортсменов, и, как ни странно,

спортсменов высокого класса (вероятно, связано с высокой степенью ответственности за результат). В более комфортных условиях оказались спортсмены квалификации КМС (кандидаты в мастера спорта), что мы связываем с формированием адекватных функциональных состояний и адаптивных реакций в условиях соревновательного стресса. Для профилактики и коррекции таких состояний представляется важным проводить тренировку, в первую очередь, повышая аэробный потенциал мышечных волокон, увеличивая окислительные процессы и содержание гликогена. Повышение интенсивности гликолиза должно сочетаться с повышением содержания креатинфосфата в быстро сокращающихся мышечных волокнах. В соревновательный период предпочтительно осуществлять многофакторный контроль показателей-маркеров, учитывая функциональное, физическое и психическое состояние спортсменов, определяющих исход соревновательного поединка.

### **OXIDATIVE STRESS SPORTSMEN IN THE COMPETITIVE PERIOD**

**Volkova ES**

Bashkir Institute of Physical Education (branch) of Ural State University of Physical Culture, Ufa, Russia,  
[volkova\\_ekat@mail.ru](mailto:volkova_ekat@mail.ru)

Contest period marks the highest state of emotional and mental, morphological and functional, technical and tactical preparedness of athletes. Intense exercise causes a complex chain of adaptive reactions, which are largely related to their energy supply. However, the specificity of a variety of factors (insufficient level of technical and tactical skills, biological factors influence the level of opponents, etc.) affect the psycho-functional resistance athletes. Exercise activates sympathoadrenal, hypothalamic-pituitary-corticoid system, increase oxygen consumption and affect the endurance athlete, which determines the level of performance in many respects. The basis of specific manifestations of endurance, from a physiological point of view, are particularly bioenergy potential in various representatives of martial arts. There are several ways of obtaining energy, different in nature: oxidative conversion; anaerobic enzymatic breakdown of carbohydrates; alaktatnaya anaerobic capacity associated with the use of intramuscular reserves of ATP and phosphocreatine. However, in the martial arts there is no consensus on the method of endurance training that is the most important problem in practical matters. Upon presentation of the body increased requirements due to intensive physical and, especially, psycho-emotional stress in the competitive period, the development of oxidative stress in violation of vital structures and functions, in most cases inevitable. The most vulnerable, we carried beginners, and, oddly enough, the high-class athletes (probably due to the high degree of responsibility for the result). The more comfortable conditions were CCM skill athletes (sports master candidates) that we associate with the formation of adequate functional states and adaptive responses in terms of competitive stress. For the prevention and correction of such conditions it is important to carry out training, primarily, increasing aerobic capacity of muscle fibers by increasing oxidative processes and glycogen content. Increasing the intensity of glycolysis must be combined with an increase in the content of creatine in the fast twitch muscle fibers. The competition period is preferably performed multivariate control performance markers, considering the functional, physical and mental health of athletes, determine the outcome of a competitive match.

### **DIABETES TYPE 2 AND CANCER: AN INTEGRATIVE APPROACH TO PREVENTION AND REHABILITATION**

**Tamara Voronina (MD)\*, Nikolay Grechko (MD)\*\***

\*The London Rejuvenation Clinic, London, UK.

\*\*Karyopharm Europe GmbH, München, Germany

**Background:** People with diabetes type 2 (D2) are nonetheless more likely to develop cancer, so cancer should be numbered among the complications of diabetes and has some similar characteristics in pathogenesis.

D2 and cancer are misfolded protein diseases. Lessening of endoplasmic reticulum (ER) leads to a reduction in misfolded proteins and a reduction of protein aggregate (toxic, non-functional, related to infections, p53 mutation protein). Preventive D2 leads to improving insulin receptors, decreasing glycation, balancing nitric oxide, reducing free radicals and coordinating cell signalling. The main actions of preventive and rehabilitation of cancer and D2 should be support the effectiveness of mitochondria and reduce the cellular effects of protein misfolding. Mitochondria do not work efficiently and generate more superoxide if there is a higher-energy intake e.g. high and excessive supply of glucose and oxygen. Our approach combines Intermittent Caloric Restriction (ICR) and Intermittent Hypoxia Therapy (IHT), which can synchronise body functions and support the effectiveness of mitochondria.

**Patients, material, methods:** To discover the effectiveness of the Integrated Therapy for D2 patients we aimed to evaluate changes in clinical conditions by comparing different ICR regimes: complications, body weight dynamic, blood glucose, glucosuria, decreasing low-sugar tablets and insulin dosage or complete absence of both. 42 patients with D2 with some evidence of vascular complications and 20 diabetic control patients, who were treated in hospital in the usual way (diet, physiotherapy, hypoglycemic medicine), were included in the study. The 42 patients were randomized into 3 groups, each with a different period of fasting over 24 hours and a last meal before 20.00: the first group of 22 patients had the usual hospital diabetic diet, regime N9, and fasted 12 hours overnight, beginning each day with a breakfast at 8.00. The treatment continued for 9-10 days (Moscow Hospital). The second group of 16 had 16 hours fasting with breakfast delayed until 12.00. Their treatment lasted 10-15 days. The third group of 4 fasted for 18 hours and had their first meal at 15.00. The second and the third group had the treatment at a private practice in London. All patients were given integrated IHT, low sugar tablets, if required, plus chromium (100µl per day) and acupuncture, which decreased their appetite.

**Results:** all the patients showed signs of increased energy and mood after 2-3 days of treatment, depression disappeared, lower doses of insulin and tablets were given. There were improvements in connection with angiopathy of extremities (the numbness and pain were gone); water retention and weight were reduced. The blood pressure improved. The most remarkable result was achieved with the patients, who had a longer period of day fasting. Patient 1 – 60 years old Vahan E. has been without D2 for the last 12 years; he had D2 for 6 years previously. Patient 2 – David M., 73 years old with a lung abscess received 25 sessions during the 27-day

treatment. The abscess was cured during that period. Patient 3 – Joanne T., 60 years old, insulin reduction from 180 units to 36 within the 5 day treatment. She had been taking this dose of 35 units without an increase until the last observation in 2005. Patient 4 – Ron G., 62, D2 and psoriasis, received the treatment over 3 months in 2005; he lives without diabetes and psoriasis at present.

**Conclusions:** We demonstrated that D2 patients with IHT and ICR and acupuncture responded well and rapidly to the treatment in comparison with the control group. Symptoms of vascular complications and diabetic neuropathy showed improvement without additional medicine and physiotherapy, extremities felt warm and oedema, if present, was reduced. *The quality of sleep, psychic status and motivation were improved.* The cellular effects of protein misfolding provide a common framework that may contribute to guide preventive and rehabilitation strategies of D2 and cancer as two ageing diseases.

**Key words:** Diabetes type 2, Cancer, Integrated Therapy, Intermittent Hypoxia Therapy (IHT), Intermittent Caloric Restriction (ICR), acupuncture, preventing aging diseases.

## ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ГОЛОДАНИЕ И ИНТЕРВАЛЬНАЯ ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА ПРОТИВ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Воронина Т. Н.<sup>1</sup> Гречко Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Интегрированный медицинский центр, Лондон, Великобритания

<sup>2</sup> Karyopharm Europe GmbH, Мюнхен, Германия

Дегенеративные заболевания головного мозга (ДЗГМ) и другие когнитивные дисфункции могут возникнуть в результате истощения адаптивных резервов в мозге в результате старения, стресса, депрессии и воспаления. Это приводит к разрушению сигнализации в головном мозге, между мозгом и телом, органами, клетками и молекулами. Основная концепция: оптимальному здоровью способствуют периодические легкие стрессы. Клетки в органе, в данном случае в мозге, адаптивно реагируют путем улучшения их способности функционировать и противостоять болезни. Оказывается, что стимуляция систем самообороны в нервных клетках является многообещающей стратегией для ограничения прогрессирования ДЗГМ.

Мы предлагаем практические программы, сочетающие два немедикаментозных метода активации для адаптивного резервов: Периодическое Голодание (ПГ) и Интервальную Гипоксическую Тренировку (ИГТ). Основные действия профилактики и реабилитации дегенеративных заболеваний старения должны поддерживать эффективность митохондрий, митохондриального биогенеза и уменьшить клеточные эффекты способствующие неправильному сворачивания белков (protein misfolding). Митохондрии не работают эффективно и генерируют больше супероксида, если поступление и потребление энергетических веществ велико, например, чрезмерное снабжение глюкозой и кислородом. Наш подход сочетает в себе ПГ и ИГТ, которые могут поддерживать эффективность митохондрий и синхронизировать сигнальные функции в всём теле и мозге.

ИГТ может влиять на ключи патогенетических факторов ДЗГМ, такие как: эксайтотоксичность, гомеостаз Ca<sup>2+</sup>, окислительный стресс, нарушение синтеза оксида азота (NO) и нарушение мозгового кровообращения. Защитные механизмы адаптации к гипоксии могут быть связаны с ограничением окислительного стресса в гиппокампе, ограничением продукции NO индуцированной  $\beta$ -амилоидом, а также увеличением плотности сосудистой сети в головном мозге. (Possible use of adaptation to hypoxia in Alzheimer's disease: a hypothesis. Igor Yu. Malyshev, at el. 2012). ПГ может также увеличить нейротрофические факторы передачи сигналов в клетках мозга, это вносит свой вклад в способность повышать нейрогенез в гиппокампе (Lee et al., 2002) и защищать нейроны от окислительного и метаболического стресса на животных моделях болезни Паркинсона (Duan and Mattson, 1999), болезни Хантингтона (Duan et al., 2003), болезни Альцгеймера и инсульта (Halagappa et al., 2007) (Yu and Mattson, 1999; Arumugam et al., 2010). Показано, что нейропротекторное действие ПГ потенциально способно противостоять болезни Паркинсона и болезни Альцгеймера. При этой форме питания Цитокины проявляют нейропротекторное действие. Изменения уровня лептина и адипонектина также играют положительную роль так как они являются промежуточными звеньями нейропротекторного действие. Семейство генов Sirtuin и соответствующие ему белки имеют широкий спектр воздействий улучшающий здоровье и долголетие (Nutrients 2010, 2(5), 551-571; Review. Emma De Fabiani et al.).

Важно определить детали использования обоих методов для обеспечения максимального положительного результата, решающими факторами являются продолжительность, частота и выраженность гипоксических эпизодов а также продолжительность и частота голодания. Мы представляем данные 38-летнего клинического опыта лечебного голодания в госпитале и амбулаторных условиях, а также 15 летний опыт использования ИГТ. Наши данные поддерживают идею, что эти два метода обеспечивают активизацию адаптивных резервов против ДЗГМ. По нашему мнению, эта стратегия может обеспечить прорыв в профилактике и клинической помощи больным с этими заболеваниями.

Ключевые слова: дегенеративные заболевания головного мозга, Периодическое Голодание, Интервальная Гипоксическая Тренировка, активизация адаптационных резервов, профилактика болезней старения.

## INTERMITTENT FASTING AND INTERMITTENT HYPOXIA TRAINING AGAINST DEGENERATIVE BRAIN DISEASES

Voronina T.N.<sup>1</sup> Grechko N.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Integrated Medical Centre, London, UK

<sup>2</sup> Karyopharm Europe GmbH, München, Germany

Degenerative brain diseases (DBD) and other cognitive dysfunctions may result from an exhaustion of adaptive reserves in the brain by aging, stress, depression and inflammation. These lead to destruction of

signalling within brain, between brain and body, organs, cells and molecules. The fundamental concept: optimal health is promoted by intermittent challenges (mild stressors). Cells in the organ, in this case the brain, respond adaptively by enhancing their ability to function and resist disease. It appears that stimulation of the self-defence systems in neural cells is a promising strategy in restricting the progression of DBD.

We offer practical programs combining two non-drug environmental activation methods for the adaptive reserve: Intermittent Fasting and Intermittent Hypoxia Training. The main actions of preventive and rehabilitation of aging degenerative diseases should be to support the effectiveness of mitochondria, mitochondria biogenesis and reduce the cellular effects of protein misfolding. Mitochondria do not work efficiently and generate more superoxide if there is a higher-energy intake e.g. high and excessive supply of glucose and oxygen. Our approach combines Intermittent Fasting (IF) and Intermittent Hypoxia Training (IHT), which can support the effectiveness of mitochondria and synchronise signalling functions of the whole body and the brain. IHT could influence the key of pathogenic factors of DBD, such as: excitotoxicity, Ca<sup>2+</sup> homeostasis disruptions, oxidative stress, disturbed synthesis of Nitric Oxide (NO), and impaired cerebral circulation.

The protective mechanisms of adaptation to hypoxia may be related to restriction of oxidative stress in the hippocampus, the limitation of a decrease in NO production induced by b-amyloid, and increased density of the vascular network in the brain. (Possible use of adaptation to hypoxia in Alzheimer's disease: a hypothesis. Igor Yu. Malyshev, at el. 2012). IF can also increase neurotrophic factors signaling in brain cells, which may contribute to its abilities to enhance hippocampal neurogenesis (Lee et al., 2002) and protect neurons against oxidative and metabolic stress in animal models of Parkinson's disease (Duan and Mattson, 1999), Huntington's disease (Duan et al., 2003), Alzheimer's disease (Halagappa et al., 2007) and stroke (Yu and Mattson, 1999; Arumugam et al., 2010). IF has also been shown to have neuroprotective effects potentially capable of warding off Parkinson's and Alzheimer's. The cytokine activity as a result of this dietary pattern has neuroprotective effects. Leptin and adiponectin levels also mediate neuroprotective effects. The Sirtuin gene family and the corresponding proteins have a wide variety of health and longevity enhancing effects. (Nutrients 2010, 2(5), 551-571; Review. Emma De Fabiani et al.).

It is important to determine the details of both methods to ensure the maximum beneficial result. The duration, frequency, and severity of hypoxic or fasting episodes are critical factors. In our presentation we present the data of 38 years experience of fasting therapy in hospital and out-patients (at home), as well as 15 years using IHT, that support the idea that selectively chosen programs of these two methods could build adaptation and help with prevention of DBD. In our opinion this strategy may provide a break-through in the clinical approach to these diseases.

Key words: degenerative brain diseases, Integrated Therapy, Intermittent Hypoxia Training, Intermittent Fasting, activation of adaptive reserves, preventing aging diseases.

### **НОВЫЕ СВЕТОВЫЕ ИСТОЧНИКИ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ПЯТНО "СПЕЦИФИЧЕСКОГО ДЕФИЦИТА ЗРЕНИЯ" Воронков Г.С.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова", Москва, Россия; [av13675@yandex.ru](mailto:av13675@yandex.ru)

Продолжено изучение загадочного зрительного феномена, ранее описанного автором (Нейронаука для мед. и психол., 2014, 2015) как "специфический дефицит зрения" (СДЗ).

Феномен СДЗ проявляется в виде многокомпонентного пятна (пСДЗ), которое видится наблюдателю в апертуре диафрагмы на просвет. Анализ необычных характеристик пСДЗ показал значимость феномена СДЗ в разных аспектах – психофизиологическом, нейрофизиологическом и медицинском. Кроме того, было обнаружено (2015), что пСДЗ может создаваться источниками света и без диафрагмы (источники без оправы – ИБО). Этот факт расширил возможности изучения феномена СДЗ. В данной работе описываются новые обнаруженные ИБО, а также неожиданные характеристики создаваемых ими пСДЗ (пИБО).

Найдены ИБО, создающие пИБО, практически не отличающиеся от пСДЗ. К таким ИБО относятся яркие точечные блики от ламп освещения на выпуклой отражающей поверхности (ИБО-блики). Так, хорошо видимое, четкое пИБО создается ИБО-бликом от шарика авторучки, расположенной перед глазом и освещенной ярким светом из-за головы. Это пИБО имеет все три основные составляющие пСДЗ – паутинное сплетение, динамические и статические включения; пятно больше самого блика; оно полупрозрачно, сквозь него виден фон; этому пИБО присущи все свойства, описанные ранее для пСДЗ. Также, хорошее по "качеству" пИБО создается бликом от роговицы глаза, создаваемым светоисточником сбоку; пациент не видит блик, созданный на роговице, но его видит (в форме пИБО) наблюдатель со стороны (либо сам пациент с помощью зеркала).

В работе описывается, кроме того, ряд других, "специфических" ИБО, восприятие которых проявляется в определенных условиях в виде пИБО.

К новым наблюдениям относится наблюдение повернутого на 180° пИБО (п/пИБО). В отличие от обычных пИБО (пСДЗ), динамические включения в п/пИБО движутся не сверху вниз, а снизу вверх. п/пИБО возникает как обусловленное линзой очков. Однако, "оптическая механика" происхождения п/пИБО остается не выясненной до конца.

Исследование некоторых обнаруженных новых свойств пИБО утвердило представление, что все три компонента, составляющие пСДЗ, обусловлены только внутренним фактором – свойствами самой зрительной системы. С обнаружением нового типа стимулов – ИБО, вызывающих пСДЗ (пИБО), открываются качественно новые технические и аналитические возможности в изучении феномена СДЗ во всех его значимых аспектах.

### **THE NEW LIGHT SOURCES, CAUSING THE "SPECIFIC VISION DEFICIT" PATCH Voronkov G.S.**

The Federal state budgetary educational institution of higher education "M.V. Lomonosov Moscow State University", Moscow, Russia; [av13675@yandex.ru](mailto:av13675@yandex.ru)

The paper continues to study the mysterious vision phenomenon, described earlier by the author (Neuroscie. for Med. & Psychol., 2014, 2015) as "specific vision deficit" (SVD).

The SVD phenomenon is shown in the form of a multicomponent patch (SVDp) which is seen by the observer in the diaphragm aperture against the light. The analysis of the unusual SVDp characteristics showed the importance of SVD phenomenon in various aspects – psychophysiological, neurophysiological, and medical. In addition, it was discovered (2015) that SVDp is created by light sources also without diaphragm (sources without rim – SWR). This fact has expanded the opportunities for the SVD phenomenon study. This paper describes the new detected SWRs, as well as the new unexpected characteristics of the SWRs-created SWRp.

The SWRs, creating SWRp, actually little differing from SVDp on the patch structure, were found. The examples of these SWRs are the bright point-like glares on a convex reflecting surface from the lights. So, the well clear visible SWRp is created using the SWR-glare from a ball pen, which is placed in front of the eye and illuminated by a bright light from behind the head. The SWRp has all three basic SVDp components – the arachnoid plexus, the dynamic and the static inclusions. The SWRp is significantly larger than the SWR-glare; it is semitranslucent and the background is seen through it. This SWRp has all characteristics described earlier for SVDp.

Also, a good quality SWRp is created using the bright SWR-glare from the eye cornea; this SWR-glare is created by a light source from the side. The patient does not see the glare created on his eye cornea, but the glare is seen (in SWRp form) the observer from the party (either by the patient himself using a mirror).

In addition, this paper describes, some other "specific" SWRs; their perception is manifested, in certain conditions, in the SWRp form.

It made the new observations include the monitoring of the rotated 180° SWRp (rSWRp). Unlike the conventional SWRp (SVDp), the dynamic inclusions in rSWRp move not in the direction of top-down, but bottom-up. The rSWRp occurs as due to the lens points. However the "optical mechanics" of rSWRp origin remains incompletely disclosed.

The study of some discovered new SWRp properties adopted the view that all three three components, constituting SWRp (SVDp), due only to intrinsic factor – the visual system properties.

The discovery of a new stimulus type – SWR, inducing SVDp (SWRp), opens up a new world of technical and analytical capabilities in the SVD phenomenon study in all its significant aspects.

### **РОЛЬ ЦЕНТРАЛЬНЫХ 5-HT<sub>3</sub> СЕРОТОНИНОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ В ИММУННЫХ РЕАКЦИЯХ ТЕПЛОКРОВНОГО ОРГАНИЗМА**

**Воронова И.П., Храмова Г.М., Елисеева Л.С., Козырева Т.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины», Новосибирск, Россия; i.p.voronova@physiol.ru

Известно, что центральные серотониновые рецепторы 5HT<sub>3</sub> при их активации вызывают у животного гипотермию, роль же их в иммунном ответе ранее не исследовалась. Известно также, что температурное воздействие сопровождается изменением иммунного ответа. В задачу настоящего исследования входило выяснение влияния активации центральных серотониновых рецепторов 5HT<sub>3</sub> на иммунный ответ организма и сравнение с активацией центральных серотониновых рецепторов 5HT<sub>1a</sub> и 5HT<sub>2a</sub>, а также попытка ответить на вопрос, не являются ли определяющим в изменении иммунного ответа организма сдвиги температуры тела. Эксперименты проводились на мышах линии CBA/Lac. Активацию рецепторов серотонина осуществляли путем внутримозгового введения 40 нМ агонистов m-CPBG, 8-OH-DPAT и DOI (для 5HT<sub>3</sub>, 5HT<sub>1a</sub> и 5HT<sub>2a</sub>, соответственно) в объеме 5 мкл, контрольным животным в таком же объеме вводился растворитель – физиологический раствор. Через 30 минут после инъекции животных иммунизировали эритроцитами барана. За это время у животных, получивших m-CPBG и 8-OH-DPAT, температура тела снижалась более чем на 2°С по сравнению с контролем и животными, получившими DOI. Иммунный ответ оценивали на 5-ый день. Было обнаружено, что активация центральных серотониновых 5HT<sub>3</sub> рецепторов не оказывает влияния на гуморальную компоненту иммунного ответа: количество антителообразующих клеток и показатели гемагглютинации у животных, получивших инъекцию агониста 5HT<sub>3</sub> рецепторов, не отличались от таковых у контрольных животных. Количество антигенсвязывающих клеток после активации центральных серотониновых 5HT<sub>3</sub> рецепторов снизились почти вдвое. Активация центральных серотониновых 5HT<sub>1a</sub> рецепторов вызвала достоверное повышение всех исследуемых показателей иммунитета, а активация центральных серотониновых 5HT<sub>2a</sub> рецепторов – их достоверное угнетение. Таким образом, нами впервые показано, что активация центральных серотониновых 5HT<sub>3</sub> рецепторов угнетает антигенсвязывание, не оказывая влияние на антителообразование. Кроме того, поскольку после активации центральных серотониновых рецепторов 5HT<sub>1a</sub> и 5HT<sub>3</sub> иммунный ответ различен, несмотря на сходство температурных изменений, можно сделать вывод, что ведущим в изменении иммунного ответа является активация определенных рецепторов, а не те температурные сдвиги, которыми она сопровождается.

### **THE ROLE OF THE CENTRAL 5-HT<sub>3</sub> SEROTONIN RECEPTOR IN THE IMMUNE RESPONSE OF WARM-BLOODED ORGANISMS**

**Voronova I.P., Khramova G.M., Eliseeva L.S., Kozyreva T.V.**

Federal state budgetary scientific institution "Scientific Research Institute of Physiology and Fundamental Medicine", Novosibirsk, Russia; Novosibirsk, Russia; i.p.voronova@physiol.ru

It is known that the activation of central serotonin 5HT<sub>3</sub> receptors causes hypothermia in an animal, but a role of these receptors in the immune response has not previously been investigated. It is also known that the temperature influence is accompanied by changes in the immune response. The aim of this study was to clarify an effect of activation of the central serotonin 5HT<sub>3</sub> receptors on the immune response, to compare it with activation of

the central serotonin receptor 5HT1A and 5HT2A and to attempt to answer the question, whether the shifts in body temperature would be decisive in changing of an organism's immune response or not. The experiments were performed on CBA/Lac mice. Serotonin receptor activation was carried out by an intracerebral administration of 40 nM of agonists such as m-CPBG, 8-OH-DPAT and DOI (for 5HT3, 5HT1A and 5HT2A, respectively) in a volume of 5  $\mu$ l, the control animals received an injection of the solvent (saline) in the same volume. 30 minutes later the animals were immunized with sheep erythrocytes. During this time the body temperature of the animals, treated by m-CPBG or 8-OH-DPAT, dropped more than 2°C in comparing with the control animals and the animals treated by DOI. The immune response was evaluated on the 5-th day. It was found that the activation of the central serotonin 5HT3 receptors had no effect on the humoral component of the immune response: the number of antibody producing cells and the hemagglutination parameters in the animals treated by the 5HT3 receptor agonist did not differ from those in the control animals. The number of antigen binding cells decreased almost twice after the activation of the central serotonin 5HT1A receptors. The activation of the central serotonin 5HT1A receptors caused a significant increase in all the studied immunity parameters, and the activation of the central serotonin 5HT2A receptors led to their significant decrease. Thus, for the first time we have shown that the activation of the central serotonin 5HT3 receptors inhibits an antigen binding without affecting an antibody production. Furthermore, since after the activation of the central serotonin 5HT1A and 5HT3 receptors the immune responses are different, despite the similarity in body temperature changes, it can be concluded that it is the activation of the certain receptors but not the accompanying temperature shifts that determines the changes in the immune response.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ТРЕМОРА ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА**

**Вохмина Ю.В., Берестин Д.К., Молчатский Н.С.**

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия, [bdk0720@gmail.com](mailto:bdk0720@gmail.com)

Заболевание Паркинсона является характерным примером системных нарушений, так как оно связано не только с внешними биомеханическими проявлениями, но и с дефицитом нейромедиаторов в структурах головного мозга, т.е. имеется химическая основа этих процессов. Одновременно оно сопровождается изменением уровня возбуждения в нижележащих структурах (спинальный отдел), и в конечном итоге мы наблюдаем эволюционирующие расстройства двигательных функций. Развитие этой комплексной патологической динамики характеризуется последовательными изменениями в конечном звене – на уровне возникновения характерного паркинсонического тремора в виде периодических движений, которое в ряде случаев может завершиться финальной стадией данного заболевания в виде ригидных форм.

Для решения задачи моделирования сложных медико-биологических систем, представляющих динамику поведения таких процессов как электроэнцефалограмма, электрокардиограмма, ритмограмма, тремограмма нами была использована трехкомпарментная двухкластерная модель. Компарментно-кластерные модели позволяют описывать динамику различных видов движений (тремор, теппинг, тремор при болезни Паркинсона). В работе представлены полученные модели хаотической динамики тремора в режиме трех переходов: нормальный постуральный тремор, тремор при болезни Паркинсона и переход к ригидной форме заболевания. Производится сравнение модельных данных и наблюдений над больными. Традиционно тремор считался произвольным движением, а теппинг – произвольным. Реальный стохастический и хаотический анализ этих двух типов движения показывает их как хаотические движения (непроизвольные по результатам испытания, а не по наличию цели).

Компарментно-кластерная модель обеспечивает иллюстрацию возникновения болезни Паркинсона при снижении уровня дофамина и нарастании активности стриопаллидарного комплекса (нисходящая активация специальных мотонейронов). Возникновение дефицита дофамина в модели проявляется в нарастании драйва  $U_d$  от 1-го кластера – нейросетей головного мозга, что приводит к бифуркациям рождения циклов, а частоты этих циклов также варьируют с изменением внешнего управляющего воздействия ( $U_d$ ) и коэффициента диссипации ( $b$ ), что согласуется с наблюдениями и представляет краткосрочную эволюцию сложной биосистемы (complexity). Эволюция патологического процесса проявляется в переходе от квазипериодических движений вектора состояния биомеханической системы  $x(t)$  к стационарному состоянию (ригидная форма болезни Паркинсона). Сравнительный анализ модельных и реальных зарегистрированных сигналов показал высокую согласованность динамики моделируемых и реальных сигналов сложных биологических систем.

### **MODELING OF CHAOTIC DYNAMICS OF TREMOR IN PARKINSON'S DISEASE**

**Vokhmina U.V., Berestin D.K., Molchatskii N.S.**

Surgut State University, Surgut, Russia

Parkinson's disease is a typical example of systemic disorders, as it is connected not only with external biomechanical manifestations, but also with deficiency of neurotransmitters in the brain, i.e., there is a chemical basis of these processes. At the same time it is accompanied by a change in the level of excitation in the underlying structures (spinal division), and eventually we witness an evolving disorder of motor function. The development of this complex dynamics is characterized by sequential pathological changes in the final link – level occurrence of specific Parkinsonian tremor in the form of periodic movements, which in some cases may fail the final stage of this disease in the form of rigid forms.

To solve the problem of modeling of complex biomedical systems, representing the dynamic behavior of such processes as electroencephalogram, electrocardiogram and tachogram, tremor we used tricompartamental dvuhsistemnaya model. Compartment-cluster models can describe the dynamics of various kinds of movements (tremor, tapping, tremor in Parkinson's disease). The article represents the obtained models of the chaotic dynamics tremor in the mode of the three transitions: normal postural tremor, tremor in Parkinson's disease and



the transition to a rigid form of the disease. A comparison of model data and observations on patients is conducted. Traditionally, the tremor was considered to be automatic movements but tapping – arbitrary. Real stochastic and chaotic analysis of these two types of motion shows them as chaotic motion (involuntary as a result of the test, rather than by the presence of the target). Compartment-cluster model provides an illustration of the occurrence of Parkinson's disease by reducing the level of dopamine and the rise of activity striopallidarnoy complex (top-down activation of special neurons). A deficit of dopamine in the model is manifested in the increase of Ud from drive to 1st cluster of the brain that leads to bifurcations of the cycles of birth and frequency of these cycles also vary with the change of the external control action (Ud) and the dissipation coefficient (b), in agreement with observations and represents the short-term evolution of complex Biosystems (complexity). Evolution of the pathological process is manifested in the transition from quasi-periodic motions of the state vector of biomechanical system  $x(t)$  to a steady state (a rigid form of Parkinson's disease). Comparative analysis of simulated and real recorded signals showed a high consistency of dynamics of simulated and real signals in complex biological systems.

### **ДИНАМИКА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИМИЧЕСКИХ МЫШЦ У БОЛЬНЫХ ГИПОТИРЕОЗОМ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕЧЕНИЯ**

**Вуду Л.Ф., Лакуста В.Н.\***

Государственный Университет Медицины и Фармацевтики «Николай Тестемицану», Кишинэу, Республика Молдова, \* Институт физиологии и санокреатологии АН Молдовы, Кишинэу, Республика Молдова, valentina.ciochina@gmail.com

*Цель исследования:* изучить динамику выраженности депрессии и тревоги в сочетании с биоэлектрической активностью мимических мышц у больных с первичным гипотиреозом под влиянием лечения L-тироксина. *Материал и методы.* Для исследования выбирали больных с первичным гипотиреозом (ПГ), женского пола, в возрасте от 20 до 60 лет, без выраженных сердечно-сосудистых заболеваний и другой выраженной сопутствующей патологии. Отбирали больных без патологических изменений классической ЭКГ. Для исследования больные были разделены на 2 группы: 1) больные с ПГ с легкими или транзиторными проявлениями субклинической ишемии миокарда (индекс миокарда, IM=16-23%), лечение L-тироксина проводили в дозе 1,6 мкг/кг массы тела (n=16); 2) больные с ПГ с умеренными субклиническими проявлениями ишемии миокарда (IM 24-42%), в этой группе L-тироксин назначали в дозе 0,6 мкг/кг массы тела. Для определения выраженности тревоги и депрессии использовали *Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)*. Биоэлектрическую активность *m.frontalis* и *m.orbicularis oris* определяли с помощью диагностического комплекса EMG – Micro (Neurosoft, Россия). Степень ишемии миокарда определяли с использованием Cardio-Visor-06S – ЭКГ- *dispersing mapping*. *Результаты.* В 1-й группе пациентов под влиянием лечения (на 60-й день) отмечали выраженный противотревожный эффект и слабо выраженное антидепрессивное действие, в сочетании с сохранением дискоординации биоэлектрической активности *m.frontalis* и *m.orbicularis oris* (фронтально-оральный индекс существенно уменьшался: до лечения –  $0,809 \pm 0,008$ , на 60-й день лечения –  $0,701 \pm 0,009$ ,  $p < 0,001$ ). IM имел тенденцию к нарастанию (до лечения –  $9,8 \pm 1,16\%$ , на 60-й день лечения –  $12,9 \pm 1,01\%$ ,  $p < 0,05$ ). Во 2-й группе на фоне лечения отмечали выраженное противотревожное и антидепрессивное действие, в сочетании с сохранением дискоординации биоэлектрической активности мышц лица (фронтально-оральный индекс существенно возрастал: до лечения –  $0,621 \pm 0,007$ , на 60-й день лечения –  $0,728 \pm 0,005$ ,  $p < 0,001$ ). IM существенно не изменялся, имея тенденцию к увеличению.

*Выводы.* 1. Различные дозы L-тироксина оказывают дифференцированное влияние на психоэмоциональное состояние и биоэлектрическую активность мимических мышц лица. 2. У больных с ПГ выбор терапевтической дозы L-тироксина зависит от выраженности ишемических расстройств в миокарде. 3. Для мониторинга больных с ПГ в процессе лечения рекомендуется использовать ЭКГ- *dispersing mapping* с целью своевременного выявления субклинических ишемических нарушений в миокарде.

### **DYNAMICS OF PSYCHO-EMOTIONAL MANIFESTATIONS AND BIOELECTRICAL ACTIVITY OF FACIAL MUSCLES IN HYPOTHYROID PATIENTS UNDER TREATMENT**

**Vudu L.F., Lacusta V.N.\***

The State University of Medicine and Pharmacy "Nicolae Testemitanu", Chisinau, the Republic of Moldova. \* The Institute of Physiology and Sanocreatology of the Academy of Sciences of Moldova, Chisinau, the Republic of Moldova, valentina.ciochina@gmail.com

*Aim of the research.* To study the dynamics of depression and anxiety in association with the bioelectric activity of mimic muscles in patients with primary hypothyroidism (PH) under the influence of L-thyroxine. *Material and Methods.* Female patients with PH, aged 20 to 60 years, without severe heart diseases or other comorbidities were selected for research. Patients without pathological signs on ECG were selected. They have been divided into 2 groups, in order to carry out the tests: 1) hypothyroid patients with mild or transitory manifestations of subclinical myocardial ischemia (myocardial index, MI = 16-23%). A dose of 1.6 mcg/kg body weight of L-thyroxine was indicated (n = 16) hypothyroid patients with moderate subclinical manifestations of myocardial ischemia (MI = 24-42%). L-thyroxine was indicated at a dose of 1.0 mcg/kg body weight. The severity of anxiety and depression was determined using *Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)*. Bioelectric activity of *m.frontalis* and *m.orbicularis oris* was determined by EMG–Micro diagnostic system (Neurosoft, Russia). The degree of myocardial ischemia was determined using Cardio-Visor-06S – ECG- *dispersing mapping*. *Results.* In the 1st group of patients an important anti-anxiety effect and poorly marked antidepressant effect were observed under treatment (60 days), in association with preservation of bioelectrical activity discoordination of *m.frontalis* and *m.orbicularis oris* (the fronto-oral index was significantly decreasing: before treatment –  $0,809 \pm 0,008$ , on the 60<sup>th</sup> day of treatment –  $0,701 \pm 0,009$ ,  $p < 0,001$ ). MI tended to increase (before treatment –  $9,8 \pm 1,16\%$ , on the 60<sup>th</sup> day of treatment -



12,9±1,01%,  $p < 0,05$ ). In the 2-nd group, an important anxiolytic and antidepressant effects were observed under treatment, combined with the preservation of bioelectric activity discoordination of facial muscles (the fronto-oral index was significantly increasing: before treatment –  $0,621 \pm 0,007$ , on the 60th day of treatment –  $0,728 \pm 0,005$ ,  $p < 0,001$ ). MI did not significantly change, but it tended to increase.

**Conclusions.** 1) Various doses of L-thyroxine have a differential impact on the psycho-emotional state and bioelectric activity of facial muscles. 2) In patients with PH, the therapeutic dose of L-thyroxine is dependent on the severity of myocardial ischemic disorders. 3) ECG- *dispersing mapping* is recommended for treatment monitoring of patients with PH for timely detection of subclinical ischemic disorders of the myocardium.

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ ПИРИМИДИНА ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОКСИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫМ УГЛЕРОДОМ

Выштакалюк А.Б.<sup>1</sup>, Зобов В.В.<sup>1,2</sup>, Назаров Н.Г.<sup>1,2</sup>, Гумарова Л.Ф.<sup>1</sup>, Парфенов А.А.<sup>1</sup>, Кондрашина Д.А.<sup>1</sup>,  
Галяметдинова И.В.<sup>1</sup>, Семенов В.Э.<sup>1</sup>, Черепнев Г.В.<sup>1</sup>, Сидорова И.В.<sup>1</sup>, Закиров М.М.<sup>1</sup>, Резник В.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра РАН, Казань, Россия; <sup>2</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия; [zobov@iopc.ru](mailto:zobov@iopc.ru); [alex.vysh@mail.ru](mailto:alex.vysh@mail.ru)

Воздействие на организм токсических веществ, образующихся в результате хозяйственной деятельности человека, приводит к возникновению целого ряда заболеваний и к снижению адаптационных возможностей. Одним из токсичных веществ, широко используемых в промышленности, является четыреххлористый углерод. Механизмом токсического поражения четыреххлористым углеродом является образование свободных радикалов, которые, взаимодействуя с мембранами клеток и субклеточных структур, инициируют реакции перекисного окисления липидов, приводящих к ингибированию тканевого дыхания митохондрий, распадy внутриклеточных мембран микросом, митохондрий и лизосом, высвобождению активных ферментов, денатурации белков и гибели клеток. В результате токсического воздействия четыреххлористого углерода, прежде всего, поражаются клетки печени, поскольку его первичный метаболизм и образование хлорметильного радикала происходит в основном в печени. Кроме печени, четыреххлористый углерод оказывает токсическое влияние на центральную нервную систему, почки, паренхиматозные органы.

**Целью** работы была оценка эффективности 7 новых производных пиримидина – конъюгатов лекарственного препарата Ксимедон и биогенных кислот при токсическом воздействии четыреххлористого углерода.

Исследование проведено на 150 беспородных крысах обоего пола. Животным в течение 11 дней 1 раз в день внутривентриально вводили тестируемые вещества в дозах 1/300 от ЛД<sub>50</sub>. Затем, в течение 3-х дней подкожно вводили 50% масляный раствор четыреххлористого углерода в дозе 2 мл/кг через час после введения исследуемых веществ. Оценивали выживаемость животных, температуру тела и определяли 20 биохимических показателей – маркеров токсического поражения четыреххлористым углеродом.

В результате было показано, что под действием четыреххлористого углерода выживаемость животных снизилась и составила 84%. При этом потеря массы в среднем составила около 35 г, температура тела снизилась с  $38,59 \pm 0,14$  до  $33,19 \pm 0,17$  ( $p < 0,001$ ). Под действием четыреххлористого углерода статистически достоверно изменились 13 из 20 исследованных биохимических показателей: повысились показатели цитолиза аланинаминотрансфераза (АЛТ), аспартатаминотрансфераза (АСТ), лактатдегидрогеназа (ЛДГ), показатели пигментного обмена билирубин общий, билирубин прямой, показатели азотистого обмена креатинин, мочевины, снизились показатели синтетической функции печени белок, триглицериды, ферменты липаза, амилаза.

В группах животных, которым применяли Ксимедон и его аналоги, отмечали улучшение некоторых показателей, характерных для токсического поражения четыреххлористым углеродом: отмечалось повышение выживаемости, уменьшение потери массы и падения температуры тела. При этом наблюдали коррекцию некоторых биохимических показателей, измененных в результате токсического воздействия четыреххлористого углерода. Под действием исследуемых соединений наблюдали нормализацию билирубина общего и прямого, уровня белка, триглицеридов, амилазы. Среди исследуемых соединений выявлены лидеры, вызывающие коррекцию наибольшего количества параметров токсического поражения четыреххлористым углеродом.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ грант № 14-50-00014.*

### EVALUATION OF EFFICIENCY OF PYRIMIDINE DERIVATIVES FOR CORRECTION OF PARAMETERS OF THE CARBON TETRACHLORIDE TOXIC DAMAGE

Vyshtakalyuk A.B.<sup>1</sup>, Zobov V.V.<sup>1,2</sup>, Nazarov N.G.<sup>1,2</sup>, Gumarova L.F.<sup>1</sup>, Parfenov A.A.<sup>1,2</sup>, Kondrashina D.A.<sup>1</sup>,  
Galyametdinova I.V.<sup>1</sup>, Semenov V.E.<sup>1</sup>, Tcherepnev G.V.<sup>1</sup>, Sidorova I.V.<sup>1</sup>, Zakirov M.M.<sup>1</sup>, Reznic V.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry Kazan Scientific Centre Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia; <sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; [zobov@iopc.ru](mailto:zobov@iopc.ru); [alex.vysh@mail.ru](mailto:alex.vysh@mail.ru)

Influence of the toxic compounds that formed of human activities cause to any diseases and reduce adaptive capacity. One of the toxic compounds that used in industry is carbon tetrachloride. The mechanism of the toxic damage of carbon tetrachloride is formation of free radicals that interact with membranes of cell and subcellular structures and initiate lipids peroxidation reactions. Inhibition of mitochondria tissue respiration, destruction of intracellular microsomal, mitochondrial and lysosomal membranes, release of active ferments, and denaturation of proteins and death of cells are resulted under carbon tetrachloride. In firstly under the action of carbon tetrachloride affects hepatocytes. Moreover, the carbon tetrachloride affects the Central nervous system, kidney and other organs.

**The object** of the investigation is evaluation of efficiency of seven new pyrimidine derivatives (conjugates

of Xymedone preparation and biogenic acids) under the action of carbon tetrachloride.

The research was carried out on 150 males and females of outbred rats. The new pyrimidine derivatives were injected intraperitoneally for 11 days one time per day in the doses 1/300 of LD<sub>50</sub>. After that, we injected the 50% oil solution of carbon tetrachloride subcutaneously in the dose 2 ml per kg of body mass for 3 days in an hour after injection of the tested preparations. We investigated survival, body temperature and determined 20 biochemical parameters of blood serum that is markers of the toxic damage by the carbon tetrachloride.

The survival of rats was 84% in the group treated by carbon tetrachloride and no any preparations. The loss of body mass in rats of this group was about 35 g, the body temperature decreased from 38.59±0.14 to 33.19±0.17 (p < 0,001). 13 of the 20 investigated biochemical parameters was changed under action of carbon tetrachloride. The parameters of cytolysis (alaninaminotransferase (ALT), aspartataminotransferase (AST), lactatdehydrogenae (LDH)), total and direct bilirubine, creatinine, and urea increased and parameters of synthetic function of liver (total protein, triglycerides and ferments lipase and amylase) decreased (p < 0,01).

In the groups of rats that were administered the Xymedone and pyrimidine derivatives we detected the improving any parameters. We observed the increase of survival to 100%, decrease the loss of body mass and descension of the body temperature. As well, we observed correction any biochemical parameters. Under influence of the new pyrimidine derivatives the level of total and direct bilirubin decreased and total protein, triglycerides and amylase increased. The leaders among investigated compounds that cause correction the most of the investigated parameters of toxic damage by carbon tetrachloride were shown.

*Russian Science Foundation grant number 14-50-00014 financed the research*

### **АНКСИОЛИТИКИ НА ОСНОВЕ ПЕПТИДОВ КАК РЕГУЛЯТОРЫ АКТИВНОСТИ ГАМК-РЕЦЕПТОРНОЙ СИСТЕМЫ КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА**

**Вьюнова Т.В., Андреева Л.А., Шевченко К.В., Мясоедов Н.Ф.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт молекулярной генетики РАН,  
Москва, Россия; [p2@list.ru](mailto:p2@list.ru)

О белковых и пептидных регуляторах функционирования ГАМК – рецепторной системы известно довольно немного. В основном, действие обнаруженных молекул опосредовано сторонними механизмами, не относящимися к прямому взаимодействию с рецепторами ГАМК на поверхности клеток-мишеней. Одним из вероятных пептидных модуляторов работы ГАМК рецепторов является гептапептид – селанк, характеризующийся по фармакологической активности как нетипичный анксиолитик. Представленная работа посвящена исследованию роли пептидных анксиолитиков (селанка и его короткого фрагмента – Arg-Pro-Gly-Pro) в возникновении прямых и опосредованных изменений основных параметров специфических лиганд-рецепторных взаимодействий гамма-аминомасляной кислоты на плазматических мембранах нервных клеток мозга. Установлено, что в присутствии исследуемых пептидов изменяется количество специфически связанного (на плазматических мембранах клеток головного мозга) основного лиганда различных подтипов рецепторов ГАМК – [<sup>3</sup>H]GABA. При этом увеличение связывания меченого лиганда ([<sup>3</sup>H]GABA) в присутствии указанных выше пептидов носит четко выраженный нелинейный характер и зависит от концентрации пептида. Предварительное интраназальное введение селанка, также, вызывает изменения в количестве мест специфического связывания [<sup>3</sup>H]GABA, но не влияет на аффинность рецепторов. Более сложные отставленные во времени эффекты вызывает предварительное интраназальное введение Arg-Pro-Gly-Pro (RPGP). Отметим, что в данном варианте экспериментов, в инкубационном буфере уже нет молекул пептида, а детектируемые изменения в характере связывания специфического лиганда вызваны изменениями на уровне биохимических и генетических ответов клеток. Кроме того, было проанализировано сочетанное влияние на связывание [<sup>3</sup>H]GABA пептидов и различных непептидных аллостерических модуляторов ГАМК рецепторов, применяемых в медицинской практике. Таким образом, биологическое анксиолитическое действие селанка может быть обусловлено сочетанием прямого модулирующего действия пептида на рецепторы-мишени и запуском биохимических клеточных механизмов, определяющих молекулярные основы физиологического действия пептида.

### **PEPTIDE – BASED ANXIOLYTICS AS REGULATORS OF GABA – RECEPTOR SYSTEM**

**Vyunova T. V., Andreeva L. A., Shevchenko K. V., Myasoedov N. F.**

Institute of Molecular Genetics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [p2@list.ru](mailto:p2@list.ru)

Modulation of ligand – receptor binding functional activity is often underlies the mechanism of pharmacological effects of many drugs. Of protein and peptide regulators of the GABA receptors system functioning is known quite a bit. Basically, the effect of the molecules is mediated by third-party mechanisms not related to direct interaction with GABA receptors on the surface of target cells. Selank is a novel peptide drug with a broad range of activities in central nervous system, possesses strong anxiolytic properties, able to protect various cells from noxious factors. The purpose of this study was to identify new mechanisms of receptor-based pharmacological effects of peptide anxiolytics (Selank and its short fragment, Arg-Pro-Gly-Pro). We investigated their role in the occurrence of direct and indirect changes in the basic parameters of GABA specific binding to rat brain cells plasma membranes. The main research method was the method of radioligand – receptor analysis. We found that in the presence of different concentrations of peptides the amount of the specifically bound ligand ([<sup>3</sup>H] GABA) nonlinearly varied. Preliminary intranasal administration of Selank also induced changes in the number of specific binding sites of [<sup>3</sup>H] GABA but did not affect the affinity of the receptors. More complex and delayed effects were caused by the preliminary intranasal administration of Arg-Pro-Gly-Pro. Also, the joint action of specific GABA receptors ligands in the system of peptide + non-peptide allosteric modulator was investigated. The data obtained in the research indicate that the biological effects of Selank were apparently due to a combination of the direct modulating action of the peptide on the target receptor and the initiation of the biochemical cellular mechanisms that determine the molecular basis of the physiological effect of the peptide.

## ИССЛЕДОВАНИЯ РОЛИ ЦИКЛИЧЕСКОГО ГУАНОЗИНМОНОФОСФАТА В ЭФФЕКТАХ СЕРОВОДОРОДА НА ВЫЗВАННЫЕ СОКРАЩЕНИЯ ТОЩЕЙ КИШКИ КРЫСЫ

**Габитова Д. М., Шайдуллов И. Ф., Ситдииков Ф. Г., Ситдикова Г. Ф.**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия; [dinagabita@mail.ru](mailto:dinagabita@mail.ru)

Сероводород ( $H_2S$ ) третий газовый посредник наряду с оксидом азота (NO) и монооксидом углерода (CO), который принимает участие в регуляции сократительной активности различных отделов ЖКТ у разных видов животных, однако, механизмы его действия изучены недостаточно. Было предположено, что ингибирующий эффект сероводорода на двигательную активность тощей кишки может быть вызван активацией гуанилатциклазы и последующим увеличением концентрации циклического гуанозинмонофосфата (цГМФ) внутри клеток. Подобное происходит и при действии вазоактивного интестинального пептида, серотонина или гистамина, которые так же имеют расслабляющий эффект на моторику кишечника. Цель исследования заключалась в анализе роли цГМФ в эффектах сероводорода на двигательную активность кишечника крысы.

В ходе экспериментов регистрировали силу сокращений сегментов тощей кишки крысы длиной 7 мм в изометрических условиях. В течение всего эксперимента препарат омывался раствором Кребса при  $37^\circ C$  в условии постоянной подачи карбогена ( $5\%CO_2/95\%O_2$ ). В качестве донора сероводорода использовали гидросульфид натрия (NaHS), в качестве аналога цГМФ использовали 8-(4-хлорфенилтио)-гуанозин-3',5'-монофосфата. Для вызова сокращений аналог ацетилхолина – карбахолин. Оценивали площадь под кривой (ППК) в течение 2 минут аппликации карбахолина, где базовой линией считался уровень на 0.5 граммов ниже уровня тонического напряжения до его добавления.

Аппликация карбахолина, агониста мускариновых рецепторов, в концентрации 1 мкМ вызывала длительное сокращение сегмента кишки. Далее препарат отмывали и после 6-10 минутной аппликации NaHS в концентрации 200 мкМ снова добавляли карбахолин. Сравнивали ППК вызванного сокращения в контроле и на фоне донора сероводорода. Было показано, что ППК вызванного сокращения на фоне NaHS снижалась и составила  $37.2 \pm 2.2\%$  ( $n=14$ ;  $p<0.05$ ) от уровня контроля.

На фоне предварительной аппликации аналога цГМФ (100 мкМ) карбахолин привел к увеличению сокращения. ППК при этом составила  $103.7 \pm 4.42\%$  ( $n=8$ ) от уровня контроля. На фоне одновременной аппликации аналога цГМФ и NaHS ППК вызванного карбахолином сокращения составила  $60.6 \pm 3.1\%$  ( $n=8$ ;  $p<0.05$ ) от уровня контроля.

Таким образом, донор сероводорода уменьшает вызванные карбахолином сокращения, что указывает на возможное влияние сероводорода через механизмы, опосредующие эффекты активации мускариновых рецепторов. Однако, при наличии аналога цГМФ эффект NaHS на вызванные карбахолином сокращения проявляется в меньшей степени, чем в контроле. По-видимому, система цГМФ является одной из мишеней релаксирующего эффекта NaHS в тонком кишечнике крысы.

## INVESTIGATION OF THE ROLE OF CYCLIC GUANOSINE MONOPHOSPHATE IN HYDROGEN SULFIDE EFFECTS ON INDUCED CONTRACTION OF RAT JEJUNUM

**Gabitova D.M., Shaidulloev I.F., Sitdikov F.G., Sitdikova G.F.**

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia; [dinagabita@mail.ru](mailto:dinagabita@mail.ru)

Hydrogen sulfide ( $H_2S$ ) third gas mediator along with nitric oxide (NO) and carbon monoxide (CO), which is involved in the regulation of contractile activity of different GIT in different animal species, however, the mechanisms of its action are not well understood. It has been suggested that the inhibitory effect of hydrogen sulfide on the jejunal motility can be caused by the activation of guanylate cyclase and a subsequent increase in the concentration of cyclic guanosine monophosphate (cGMP) in cells. This occurs under the action of vasoactive intestinal peptide, serotonin and histamine, which have a relaxing effect on intestinal motility. The purpose of the study was to analyze the role of cGMP in the effects of hydrogen sulfide on the motor activity of rat intestine.

In the experiments, the contraction force of isolated 7 mm long rat jejunum segments was measured under isometric conditions. Throughout the experiment, the preparation was washed with Krebs solution  $37^\circ C$  provided a constant supply of carbogen ( $5\%CO_2/95\%O_2$ ). Sodium hydrosulfide (NaHS) was used as the hydrogen sulfide donor. Sodium hydrosulfide (NaHS) was used as the hydrogen sulfide donor, 8-(4-chlorophenylthio)-guanosine-3',5'-monophosphate sodium salt as the cGMP analogue. To induce the contraction used analogue of acetylcholine – carbachol. Evaluated the area under the curve (AUC) for 2 minutes of carbachol application, where baseline was considered at the level below 0.5 grams of tonic tension prior to its addition.

Application of carbachol, a muscarinic receptor agonist, at a concentration of  $1\mu M$  caused long-term contraction of bowel segment. Next, after the preparation was washed 6-10 minutes of NaHS application at a concentration of  $200\mu M$  carbachol added again. We compared the AUC caused by the reduction in control and on the background of hydrogen sulfide donor. It was demonstrated that AUC caused by the reduction in background NaHS decreased and amounted to  $37.2 \pm 2.2\%$  ( $n=14$ ;  $p<0.05$ ) from the control level.

Against carbachol led to an increase in the reduction of the provisional application of cGMP analogue ( $100\mu M$ ). AUC thus amounted to  $103.7 \pm 4.42\%$  ( $n=8$ ) of the control level. Against the background of the simultaneous application of cGMP and NaHS AUC analogue carbachol-induced contraction was  $60.6 \pm 3.1\%$  ( $n=8$ ;  $p<0.05$ ) from the control level.

Thus, hydrogen sulphide donor reduces carbachol-induced contractions, indicating a possible effect of hydrogen sulfide through the mechanisms mediating the effects of muscarinic receptor activation. However, in the presence of cGMP analogue NaHS effect on contraction caused by carbachol is less pronounced than in the control. Apparently, cGMP system is one of the targets NaHS relaxing effect in the rat small intestine.

**ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОДНОГО И ТОГО ЖЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ПРИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОСТИ ОПЫТА**

**Гаврилов В.В., Сомик Л.Е., Попова Е.А.**

Институт психологии РАН, Москва, Россия, [nvvgav@mail.ru](mailto:nvvgav@mail.ru)

Научение — формирование нового элемента опыта — приводит к более дифференцированному соотношению организма со средой, дифференциации опыта. При этом структура индивидуального опыта (набор элементов опыта и отношения между ними) при формировании даже одного и того же поведения зависит от истории научения (последовательности формирования актов и/или процедуры научения). Для выяснения особенностей организации активности мозга при реализации одного и того же поведения у индивидов с разной структурой индивидуального опыта и разной степенью дифференцированности опыта, регистрировали суммарную электрическую активность мозга у крыс с разной историей обучения инструментальному пищедобывательному поведению до и после дополнительного обучения их на другой стороне клетки. В начале взрослые самцы крыс (Long Evans) обучались нажимать на педаль, расположенную в одном углу экспериментальной клетки, для получения кусочка сыра в кормушке, находящейся в другом углу клетки, разделенной перегородкой на две половины. Научение происходило тремя способами: без помощи (1) и с помощью экспериментатора, при этом научение проводилось в несколько этапов по одному этапу в день (2) или без фиксации каждого этапа, то есть переход к следующему этапу обучения начинался сразу после формирования предыдущего (3). Этапами научения были захват пищи в кормушке, отход от кормушки, подход к педали, нажатие на педаль. В каждой группе было по 4 крысы. После регистрации ЭЭГ на первой по времени формирования опыта стороне экспериментальной клетки все крысы самостоятельно (без помощи экспериментатора) научались такому же поведению на другой стороне экспериментальной клетки, после чего вновь тестировались на первой стороне, что давало возможность анализировать компоненты связанных с событиями потенциалов в поведении до и после обучения тому же поведению на второй стороне. Зарегистрированы суммарные потенциалы мозга над моторной, задней ретроспленальной и зрительной областями коры мозга. Получены усредненные от отметок исследуемого поведения — нажатия на педаль и опускания головы в кормушку — суммарные потенциалы мозга. Установлена сходная конфигурация связанных с поведением потенциалов при реализации одного и того же инструментального пищедобывательного поведения до и после дополнительного научения, что означает сходную динамику организации мозговых процессов в сравниваемых условиях. При этом найдены различия в амплитудно-временных параметрах колебаний связанных с поведением потенциалов, что подтверждает гипотезу о различиях в составе элементов опыта, актуализирующихся и реализующихся в одном и том же поведении в зависимости от степени дифференцированности опыта субъекта.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-28-00229)*

**BRAIN ACTIVITY IN ONE AND THE SAME INSTRUMENTAL FEEDING BEHAVIOR DEPENDS ON DEGREE OF DIFFERENTIATION OF INDIVIDUAL EXPERIENCE**

**Gavrilov V.V., Somik L.E., Popova E.A.**

Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [nvvgav@mail.ru](mailto:nvvgav@mail.ru)

Learning — the formation of a new element of individual experience — leads to a more differentiated relationships of organism and environment, more differentiated experience. The structure of individual experience (a set of elements and the relationships between them) in the formation of even one and the same behavior depends on a history of learning (sequence of acts forming and/or learning procedures). To determine the dependency of brain activity organization on a structure of individual experience and different degree of differentiation of experience, we recorded EEG in rats with different histories of learning of instrumental food-getting behavior before and after additional training them in another compartment of experimental cage. At the beginning, adult male rats (Long Evans) learned to press a pedal located in one corner of the experimental cage to get a piece of cheese in a feeder located in another corner of the cage, divided by partition into two halves. Learning took place in three ways: without the help of (1) and with the help of the experimenter, and the learning carried out in several stages on one stage per day (2) or without fixing each stage, i.e., the transition to the next stage of training began immediately after the formation of the previous one (3). Stages of learning were the seizure of food in the feeder, a departure from the feeder, the approach to the pedal, press the pedal. In each group there were 4 rats. After EEG recording at the first time of formation of experience on the one side of the experimental cage, all the rats on their own (without the help of the experimenter) learned to the same behavior on the other side of the experimental cage, and then re-tested on the first side, which made it possible to analyze the components of event-related potentials before and after learning the same behavior on the second side. EEG was recorded over motor, retrosplenial posterior and visual areas of the cerebral cortex. Brain potentials were averaged in relation to pressing of the pedal and head banding into the feeder. It was found a similar configuration of behavior-related potentials during performing of one and the same behavior before and after additional learning, which means a similar organization of the brain processes in compared conditions. At the same time, we found the differences of amplitudes and latencies of components of behavior-related potentials that confirms the hypothesis about the differences in the composition of the elements of experience, actualized and realized in the same behavior as a function of the degree of differentiation of the individual experience.

*This work was supported by Russian Science Foundation Grant #14-28-00229*

## INTEGRATION OF SENSORY AND SPINAL NEUROMODULATION TO REGULATE POSTURE AND LOCOMOTION

Gerasimenko Yu. P.

Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; Department of Integrative  
Biology and Physiology, University of California, Los Angeles, Los Angeles, CA, USA; yuryg@ucla.edu

Recently we have reported that stimulation of the multiple segments of lumbosacral spinal cord via an epidural electrode array enables the patients with functionally complete spinal cord lesion to stand independently as well as facilitates assisted stepping and the recovery of voluntary movements, (Harkema et al. 2011, Angeli et al. 2014). Recovery of balance ability during standing is one of the primary goals of rehabilitative programs for individuals with neurological disorders, such as stroke, traumatic brain injury, spinal cord injury, or Parkinson's disease. We have demonstrated that balance training with visual feedback was effective to improve the postural balance of individuals with complete SCI. Also we have showed that transcutaneous electrical stimulation of the spinal cord at vertebral level T11 can activate the locomotor circuitry and elicit rhythmic, involuntary, step-like movements in non-injured subjects when their legs are placed in a gravity-neutral position (Gorodnichev et al., 2012; Gerasimenko et al., 2015). The present experiments were designed to gain further insight as to how these spinal neural circuits integrate supraspinal signals and peripheral sensory inputs to control locomotor movements in uninjured subjects placed in a vertical suspended position, which is a more gravity-dependent position for the head and trunk as well as the lower limbs. Our findings demonstrate that transcutaneous spinal cord stimulation and sensory stimulation of the soles of the feet are effective tools in regulating locomotor behavior in non-injured subjects. In all subjects for whom stimulation elicited non-voluntary stepping, we observed a synergistic effect of combining sensory and spinal cord stimulation, suggesting that the networks responsible for the two phenomena are different, but complementary. The potential impact of using combined sensory and electrical spinal cord stimulation as a strategy to neuromodulate the spinal circuitry has significant implications for rehabilitation of sensorimotor function after neurological damage, such as spinal cord injury.

*Supported by: Russian Science Foundation (RSF grant No. 14-45-00024).*

## НЕЙРОНЫ СУБТАЛАМИЧЕСКОГО ЯДРА МЕНЯЮТ АКТИВНОСТЬ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ТОРМОЗНОГО КОНТРОЛЯ ЗАДЕРЖАННЫХ РЕАКЦИЙ В МОДЕЛИ «АКТИВНОГО ВЫБОРА» ЦЕННОСТИ ПОДКРЕПЛЕНИЯ У ДВУХ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ЖИВОТНЫХ

Ю.А. Герасимова, Е.П. Кулешова, В.В. Сидорина, Г.Х. Мержанова

ИВНД и НФ, лаборатория условных рефлексов и физиологии поведения, г. Москва, Россия

В исследовании импульсивного и самоконтролируемого поведения важным является вопрос о нейронных механизмах, через которые реализуется тормозный контроль при задержанных реакциях. Одним из участников нейронной сети, связанной с регуляцией произвольных движений, является субталамическое ядро (Mink, 1996). Субталамическое ядро (STN) входит в комплекс базальных ядер головного мозга и получает проекции, как от моторных, так и от фронтальных областей коры в составе «суперпрямой пути» (*hyperdirect pathway*, Nambu et al., 2002; Baunez and Lardeux, 2011). Микростимуляция субталамического ядра (Deep Brain Stimulation) вызывает не только улучшение моторики у пациентов с паркинсонизмом, но и изменения в когнитивной сфере, проявление импульсивности (Kuhn et al., 2005; J Bastin et al, 2014). В исследованиях на обезьянах было показано, что частота спайков у нейронов STN меняется не только при подготовке моторного ответа, но и при получении подкрепления (Espinosa-Parrilla et al, 2015). В настоящее время роль нейронов STN в регуляции разных типов поведения неясна.

Целью нашего исследования был сравнительный анализ активности нейронов STN у животных с импульсивным и самоконтролируемым поведением в условиях выбора ценности подкрепления. Исследование было проведено на 5 кошках с использованием модели «активного выбора» подкрепления (Мержанова и Берг, 1991). Животным предлагался выбор: нажать на педаль в течение первых 3 секунд после включения условного сигнала (света) и получить малоценное подкрепление (хлебо-мясная смесь) или совершить нажатие на педаль в период с 3,1 секунды по 11,0 секунду и получить более ценное подкрепление (мясо). По предпочтению выбора кошками коротко- или длиннотентных реакций были сформированы две группы животных: «импульсивная» и «самоконтрольная» (t-test). У свободноподвижных животных во время тестирования регистрировали мультиклеточную активность из STN. Анализ перистимульных гистограмм нейронов STN показал, что у животных, отнесенных к группе «самоконтрольных», частота разрядов нейронов STN (нормированная на их частоту в фоновый период до начала пробы) в период подготовки к нажатию на педаль выше, чем у животных из «импульсивной» группы. У животных с «самоконтролем» наблюдались нейроны, которые активировались при получении высокоценного подкрепления, а при получении низкоценного их активность снижалась. В группе «импульсивных» животных нейроны STN активировались в период ожидания и получения как хлебо-мясной смеси, так и мяса.

Полученные данные свидетельствуют о том, что нейроны субталамического ядра включены в нейронные сети оценки подкрепления, и, в то же время, участвуют в осуществлении тормозного контроля задержанных реакций у животных, нацеленных на получение ценного подкрепления.

## SUBTHALAMIC NEURONS CHANGE THEIR ACTIVITY DURING INHIBITORY CONTROL OVER DELAYED REACTIONS IN THE "ACTIVE CHOICE" OF REWARD MODEL IN TWO DIFFERENT GROUPS OF ANIMALS

Yu.A. Gerasimova, E.P. Kuleshova, V.V. Sidorina, G.Kh. Merzhanova

IHNA, Moscow, Russia

Neuronal mechanisms of inhibitory control of delayed reactions are an important question in impulsive and self-control behavior study. The subthalamic nucleus is involved in the neuronal net that regulates voluntary

movements (Mink, 1996). It belongs to the basal ganglia and receive projections from motor and frontal parts of the cortex via hyperdirect pathway (Nambu et al., 2002; Baunez and Lardeux, 2011). A deep brain stimulation of the subthalamic nucleus cause a motor improvement in Parkinson patients and cognitive changes as well such as high impulsivity (Kuhn et al., 2005; J Bastin et al, 2014). Espinosa-Parrilla and al. in 2015 in studies on monkeys showed that subthalamic spike frequency changes during preparation of a motor response and as well during reward receiving (Espinosa-Parrilla et al, 2015). Nowadays an subthalamic neurons involvement in regulation of in different types of behavior is unclear.

In present work we made a comparative analysis of subthalamic neurons activity in two groups of animals in terms of choice of different rewards. We used the model of "active choice" of reward in 5 cats (Merzhanova, Berg, 19991). An animal could press a pedal during the first three seconds after a cue and receive low quality reward (bread-meat mixture) or hold on and press the pedal during a period from 3,1 s to 11,0 s and receive a high-quality reward (meat). Two groups of animals were formed: those who preferred short-latent period reactions we called "impulsive", those who preferred long-latent period reactions we called "self-control" (t-test). We recorded multineuronal activity from the subthalamic nucleus during testing of free moving animals. Peristimulus histograms' analysis of the subthalamic neurons showed that in "self-control" animals the subthalamic neurons' spikes frequency (normalized to their background frequency) during preparation to pedal pressing is higher than in "impulsive" group. We recorded neurons in the group of "self-control" animals that had activated during high-quality reward receiving and had been inhibited during receiving of low-quality reward. In the "impulsive" group the subthalamic neurons activated during the period of anticipation and receiving of bread-meat mixture and meat.

The received data shows that subthalamic neurons are included in the neuronal nets of reward evaluation and in the same time they are involved in inhibitory control of delayed responses in animals that aim at obtaining valuable reinforcement.

### **ПЕРОКСИД ВОДОРОДА КАК МОДУЛЯТОР ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СИНАПСЕ МЫШИ**

**Гиниатуллин А.Р., Петров А.М.**

Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия, kvestor80@rambler.ru

Пероксид водорода ( $H_2O_2$ ) является одной из самых долгоживущих мембрана проникающих активных форм кислорода (АФК), постоянно образующихся в живых клетках в ходе их метаболических процессов в норме, а так же в ответ на воздействие ряда стрессовых факторов. Например, в волокнах скелетной мышцы уровни АФК резко возрастают при развивающейся гипоксии или гипертермии, определяя развитие клеточной дисфункции и повреждение ткани. Ранее нами было показано, что в нервном окончании лягушки, эндогенный  $H_2O_2$  играет роль одного из звеньев внутриклеточного сигнального каскада пуринаргического контроля процесса секреции медиатора из двигательного НО. Учитывая способность этой молекулы к ограниченной диффузии через мембрану клетки, а так же данные о том, что  $H_2O_2$  накапливается и высвобождается из мышечных волокон определяя внеклеточный пул окислителя, представляется интересным рассматривать  $H_2O_2$ , как сигнальную молекулу ретроградно действующую на секреторный аппарат НО, тем самым определяя его активность..

Результаты проведённых экспериментов на изолированных нервно-мышечных препаратах диафрагмальной мышцы мыши, с применением электрофизиологического метода регистрации постсинаптических токов концевой пластинки (ТКП), а также оптических (флуоресцентные маркеры CM- $H_2DCFDA$ , Amplex Red Hydrogen Peroxide/Peroxidase Assay Kit, FM 1-43) методик оценки интенсивности экзоцитоза и количественной оценки уровней эндогенных гидропероксидов в исследуемом объекте (при окислении железа в ксиленовом оранжевом (FOX-1), позволили сделать заключение о доза – зависимом снижении интенсивности процесса секреции медиатора из двигательного НО, при аппликации  $H_2O_2$  в низких, близких к эндогенным (~10мкМоль) внутриклеточным количествам данного оксиданта. При этом необходимо отметить, что при регистрации ТКП, проводился анализ динамики изменения амплитуды вызванных ответов как при низкочастотной, так и высокочастотной (близкой к нативной) ритмической активности двигательного нерва. А использование прооксиданта бутионин-сульфоксимины (L-BSO) инициирующего снижение уровня глутатиона (GSH) клетки, одного из основных антиоксидантов, позволило при проведении данных экспериментов изменять уровень эндогенных АФК ( $H_2O_2$ ), что повышает значимость полученных результатов данного исследования.

В свете этих фактов можно предположить, что эндогенные АФК ( $H_2O_2$ ) образуемые в первую очередь в нервной и в меньшей степени мышечной клетке, могут определять интенсивность секреции медиатора из двигательного нервного окончания мышцы.

*Работа поддержана РФФИ грант № 16-04-00211/16.*

### **ACTION OF HYDROGEN PEROXIDE ON SYNAPTIC TRANSMISSION AT THE MOUSE NEUROMUSCULAR JUNCTION**

**Giniatullin A.R., Petrov A.M.**

Kazan State, Medical University, Kazan, Russia, kvestor80@rambler.ru

Hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) is one of the most enduring membrane penetrating reactive oxygen species (ROS) produced continuously in living cells during their normal metabolic processes, as well as in response to exposure to a variety of stressors. For example, in the fibers of skeletal muscle levels of ROS increases sharply when developing hypoxia or hyperthermia, defining development of cell dysfunction and tissue damage. We have previously shown that the nerve ending (NE) frog endogenous  $H_2O_2$  plays the role of one of the links in the intracellular signaling cascade process control purinergic neurotransmitter secretion from the NE. Given the ability of this molecule to limited diffusion through the cell membrane, as well as data that  $H_2O_2$  is stored and released from the muscle fibers defining extracellular pool of oxidant, it is interesting to consider  $H_2O_2$ , as a signal molecule retrogradely acting on the secretory apparatus NE, thereby determining its activity.

The results of experiments conducted on isolated neuromuscular preparations of mouse diaphragm muscle using electrophysiological method of recording postsynaptic endplate currents (EPC), and optical (fluorescent markers CM-H<sub>2</sub>DCFDA, Amplex Red Hydrogen Peroxide/Peroxidase Assay Kit, FM 1-43) intensity estimation methods exocytosis and quantify levels of endogenous hydroperoxide in the test facility (at iron oxidation in xylenol orange (FOX-1) led to the conclusion of dose – dependent decrease in the intensity of the secretion process, the mediator of the motor but at the H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> applications in low, close to the endogenous (~ 10µM) intracellular amounts of the oxidant. it should be noted that the registration of the EPC, analyzed the dynamics of change in the amplitude of evoked responses both in the low-frequency and high-frequency (near-native) rhythmic activity of the motor nerve. and the use of prooxidant buthionine-sulfoximine (L-BSO) initiating reduction of glutathione (GSH) cells, a major antioxidants allowed during these experiments to change the level of endogenous ROS (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), which increases the significance of the results of this study.

In light of these facts, it can be assumed that endogenous ROS (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) formed primarily in the nervous and less muscle cell, can determine the intensity of neurotransmitter secretion from nerve ending motor mouse.

*This work was supported by RFBR grant № 16-04-00211/16.*

### **ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ РАЗМЕРОВ ТЕЛА У ДЕТЕЙ КАК МАРКЕР УРОВНЯ АНТРОПОГЕННОГО СТРЕССА**

**Горбачева А.К., Федотова Т.К.**

МГУ имени ЛОМОНОСОВА, НИИ и Музей антропологии, Москва, Россия

Половой диморфизм размеров тела (ПД) — хрестоматийный биологический факт, выражающийся в большем развитии размеров тела, не связанных с жиротложением, у представителей мужского пола внутри любой выборки или группы на всем протяжении онтогенеза от рождения до смерти. Величина ПД не является внутригрупповой константой и изменяется во времени на фоне изменения уровня антропогенной нагрузки, в том числе социально-экономических факторов, на которые более экочувствительный мужской организм реагирует быстрее женского. Авторами на базе обширных собственных и привлеченных архивных и литературных материалов по московским и российским детям проанализирована временная и пространственная динамика показателя ПД размеров тела на возрастном интервале от рождения до 17 лет за несколько последних десятилетий. Для новорожденных Москвы, общей численностью около 10 тыс. человек, показана временная тенденция увеличения ПД по длине тела за 60-летний период с 1950-х по 2010-е в сочетании с противоположной тенденцией некоторого уменьшения ПД по массе тела. Анализ пространственных вариаций ПД размеров тела новорожденных, проведенный на материалах по физическому развитию новорожденных СССР 1970х, 63 выборки общей численностью около 70 тыс. человек, не выявляет явной системной связи показателя с антропогенным фактором, в нашем случае степенью урбанизации места жительства. Для детей грудного возраста мегаполиса Москвы и подмосковного города Балашиха при сравнении динамики ПД длины тела на интервале 1-12 месяцев на уровне тенденции выявлены более высокие показатели для младенцев мегаполиса на фоне более высокого уровня антропогенной нагрузки. Анализ временной динамики уровня половых различий соматических размеров у московских детей и подростков на протяжении 1960х-1990х годов выявляет более явные тенденции для некоторых показателей. Так, половые различия по ширине таза имеют практически на всем интервале 8-17 лет отрицательные значения для выборок 1960х, 1970х и 1980х годов за счет того, что ширина таза у девочек больше величины размера у мальчиков. Однако для выборки 1990-х они колеблются вокруг нулевой отметки, и для возрастов 8-10 и 14-17 лет имеют даже положительные значения. Это следствие объективно существующей тенденции эпохального сужения поперечных размеров таза, отмечаемой в последние десятилетия у девочек и девушек в разных регионах России. Обращает на себя внимание большая величина половых различий по уровню подкожного жиротложения у детей 1970-х сравнительно с прочими годами обследования, особенно для девочек перипубертатного возраста 12-17 лет. Это приводит к более высоким показателям ПД по массе тела, связанной с жиротложением, в выборке 1970-х, особенно в 13-14 лет. В 1960-х сравнительно с 1980-и меньше были показатели полового диморфизма по уровню динамометрии для детей 15-17 лет: видимо, в 1960-е девочки старшего возраста вели более активный образ жизни, чем в 1980-е и, как следствие, меньше уступали мальчикам по показателям динамометрии.

### **SEXUAL DIMORPHISM OF CHILDREN BODY DIMENSIONS AS THE MARKER OF THE LEVEL OF THE ANTHROPOGENIC STRESS**

**Gorbacheva A.K., Fedotova T.K.**

Lomonosov MSU, Science Research Institute and Museum of Anthropology, Moscow, Russia

Sexual dimorphism (SD) of the body dimensions is a well known biological fact, resulting in the higher development of body dimension, not correlated with adiposity, in males inside any group, through the whole ontogenesis from birth to death. The level of SD is not an intragroup constant and changes in time against the background of the anthropogenic stress dynamics, including changes in socio-economic factors, to which more ecologically sensitive male organism reacts faster than the female one. The authors on the base of the vast personal and enlisted archives and literary data on Moscow and Russian children analyzed the secular and spatial dynamics of the SD of body dimensions through the age interval from birth to 17 years through the last several decades. Moscow newborn, total number about 10 000 persons, show the tendency of the increase of the SD of the body length through 60-year period from 1950<sup>th</sup> till 2010<sup>th</sup> combined with the opposite tendency of some decrease of SD of the body mass. The analysis of the spatial variations of SD of the newborn body dimensions on the base of data on the physical development of the newborn of the USSR of 1970<sup>th</sup>, 63 samples, the total number about 70000 persons, doesn't reveal any significant systematic correlation with the anthropogenic factor, here the urbanization level of the residence place. The Moscow megalopolis infants compared to the infants of small Moscow satellite-

city Balashikha have the tendency to the higher levels of SD of body length against the background of the higher level of anthropogenic pressure. The analysis of secular dynamics of the level of sexual differences of somatic traits of Moscow children and teenagers through 1960-1990<sup>th</sup> reveals more obvious tendencies. Thus, sexual differences of the pelvic width through the whole 8-17-year interval have negative meanings for the samples of 1960<sup>th</sup>, 1970<sup>th</sup>, 1980<sup>th</sup> as the pelvic width of the girls is bigger than that of the boys. While in the sample of 1990<sup>th</sup> they fluctuate near zero level and have even positive meanings for the 8-10 and 14-17 ages, which is the consequence of the objective longterm secular tendency of the decrease of the pelvic width of the girls, fixed in the different regions of Russia. The bigger level of sexual differences of the skinfolds of children of 1970<sup>th</sup> is registered, especially for the 12-17 age, as compared to 1960<sup>th</sup>, 1980<sup>th</sup>, 1990<sup>th</sup>. This results in the higher sexual dimorphism levels of the body mass, correlated with the adiposity development, especially in 13-14 age. The levels of sexual dimorphism of dynamometry used to be less in children aged 15-17 in the 1960<sup>th</sup> as compared to the 1980<sup>th</sup>, probably teenage girls of the 1960<sup>th</sup> led more active way of life as compared to the 1980<sup>th</sup> and were less inferior to the boys in dynamometry indices.

### **ВЛИЯНИЕ ИОНОВ МАРГАНЦА НА СКОРОСТЬ ДЫХАНИЯ МИТОХОНДРИЙ И ВЫХОД ИОНОВ КАЛИЯ ИЗ ЭРИТРОЦИТОВ КРЫС**

**Горбачева О.С.<sup>1</sup>, Хмиль Н.В.<sup>1,3</sup>, Гончаренко М.С.<sup>3</sup>, Ткаченко А.И.<sup>3</sup>, Коробейникова М.О.<sup>1,2</sup>, Белослудцева Н.В.<sup>1,2</sup>, Миронова Г.Д.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино, Московская область, Россия; helga111@mail.ru  
<sup>2</sup>Пущинский государственный естественно-научный институт, Пущино, Московская область, Россия  
<sup>3</sup>Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Харьков, Украина

Марганец является одним из микроэлементов, которые модулируют многие процессы в клетке. В митохондриях регистрируются высокие уровни  $Mn^{2+}$ , так как митохондриальная супероксиддисмутаза содержит  $Mn^{2+}$  в качестве кофактора. При его дефиците наблюдается удлинение митохондрий и нарушение правильной ориентации их крист, что не может не оказывать влияние на функциональное состояние митохондрий.

Влияние ионов марганца на функцию митохондриальных и других биологических мембран, обеспечивающих целостность клетки, ее регуляцию и время жизни, еще мало изучено. Целью работы являлось исследование влияния марганца на сопряженное дыхание митохондрий печени и работу системы транспорта калия в мембранах эритроцитов крыс.

Показано, что марганец проявляет в биологических моделях двоякий эффект. Его низкие концентрации ( $1 \cdot 10^{-7} - 3 \cdot 10^{-5}$  М) ингибируют выход калия из эритроцитов, что может быть использовано для предотвращения лизиса эритроцитов. В высоких концентрациях ( $10^{-4} - 10^{-3}$  М) марганец активирует выход калия из эритроцитов, ингибируя при этом валиномицин-стимулируемый выход иона из эритроцитов. Последнее указывает на влияние марганца на физико-химические свойства мембран. Низкие концентрации хлорида марганца не влияют на параметры дыхания и фосфорилирования митохондрий печени крыс, в то время как высокие концентрации ( $10^{-4} - 10^{-3}$  М) ингибируют синтез АТФ.

Таким образом, ионы марганца оказывают как положительное, так и токсическое действие на выход калия из эритроцитов, в зависимости от используемой концентрации. Это указывает на то, что содержание марганца в клетке имеет концентрационные границы, которые необходимы организму.

*Работа поддержана грантом Правительства РФ №14.z50.31.0028, грантом Российского научного фонда №16-15-00157 и грантом РФФИ №16-04-00692а.*

### **THE EFFECTS OF MANGANESE IONS ON THE RESPIRATION RATE OF MITOCHONDRIA AND OUTPUT OF POTASSIUM IONS FROM RAT ERYTHROCYTES**

**Gorbacheva O.S.<sup>1</sup>, Khmil N.V.<sup>1,3</sup>, Goncharenko M.S.<sup>3</sup>, Tkachenko A.I.<sup>3</sup>, Korobeynikova M.O.<sup>1,2</sup>, Belosludtseva N.V.<sup>1,2</sup>, Mironova G.D.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Pushchino, Russian Federation

<sup>2</sup>Pushchino State Institute of Natural Sciences, Pushchino, Russian Federation

<sup>3</sup>V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Manganese is one of the microelements that modulate the multiple processes in the cell. In mitochondria, high levels of  $Mn^{2+}$  are registered, since the ion is a cofactor of mitochondrial superoxide dismutase. The deficiency of the ion leads to an elongation of mitochondria and a disruption of the required location of mitochondrial cristae that can affect the functional state of mitochondria.

The effects of manganese ions on the functioning of mitochondrial and other biological membranes provided the integrity of the cell, its regulation and lifetime, are still poor understood. The aim of the work was to study the influence of manganese ions on the coupled respiration of rat liver mitochondria and the operation of the transport system of potassium ions of the plasmatic membranes of red blood cells of rats.

It has been shown that manganese chloride possesses a dual effect on the biological processes. Low concentrations of  $MnCl_2$  ( $1 \cdot 10^{-7} - 3 \cdot 10^{-5}$  М) inhibit the rate of  $K^+$  efflux from rat erythrocytes, and this can be used in order to prevent the lyses of red blood cells. Conversely, high concentrations of  $MnCl_2$  ( $1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$  М) activate the rate of  $K^+$  efflux from erythrocytes, but inhibit the valinomycin-stimulated release of the ion from cells. The latter indicates the effect of manganese chloride on the physical and chemical properties of biological membranes. Low concentrations of manganese chloride have no effect on mitochondrial respiration and oxidative phosphorylation of rat liver mitochondria, while its high concentrations ( $10^{-4} - 10^{-3}$  М) possess an uncoupling effect on mitochondrial respiration, i.e. inhibit ATP synthesis in mitochondria.

Thus, the manganese ions have both positive and toxic effects on the output of potassium ions from erythrocytes depending on the concentration used. This indicates that the levels of manganese in the cell have scopes that are required for normal organism functioning.



*This work was supported by a grant from the Government of the Russian Federation №14.Z50.31.0028, a grant from the Russian Scientific Foundation №16-15-00157, and a grant from the Russian Foundation for Basic Research №16-04-00692a.*

## **ПЕРЕСТРОЙКИ АКТИВНОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ НЕЙРОНОВ ПРИ ПОТЕРЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ**

**Горкин А.Г.<sup>1</sup>, Ивлиева Н.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Институт психологии РАН, Москва, Россия, <sup>2</sup> Государственный академический университет гуманитарных наук, Москва, Россия, [agorkin@yandex.ru](mailto:agorkin@yandex.ru)

Актуальной психологической проблемой изучаемой в работе является вопрос об изменениях в структуре индивидуального опыта, происходящих при потере результативности поведения. Результативность поведения рассматривается нами как достижение индивидом полезного приспособительного результата. Частным случаем ситуации потери результативности поведения является ситуация переучивания, когда один тип поведения, ранее приводящий к полезному результату, необходимо заменить другим для достижения того же результата.

Данное исследование проводилось с позиции системно-эволюционного подхода, который позволяет рассматривать индивида как целостный активный субъект, а ситуацию потери результативности как ситуацию, вносящую рассогласование между имеющимся опытом индивида и отсутствием ожидаемого результата. Основной задачей работы было выявить нейронные основы поведения индивида, столкнувшегося с невозможностью достижения желаемого и ожидаемого результата.

Нами была зарегистрирована активность нейронов ретроспленальной коры хронически живленными тетрами у 6-ти крыс породы Long-Evans в сессиях инструментального пищедобывательного поведения, когда прежнее инструментальное поведение переставало приводить к полезному результату, т.е., нажатие животным педали не приводило к подаче пищи в кормушку.

Было показано, что активность нейронов, специализированных относительно поведения, ставшего неэффективным, зависит от «типа» специализации конкретной клетки. Типы специализации можно разделить на две группы по критерию числа этапов поведения охватываемых специфической активацией. Нейроны, специфически активирующиеся в последовательностях актов, монотонно и достоверно снижают свою активность в последовательности неэффективных реализаций поведенческих циклов ( $p < 0,01$ ). Тогда как нейроны, специфически активирующиеся строго в одном акте, практически не перестраивают свою активность, при реализации неэффективного поведения. Это свидетельствует о разной динамике вовлечения компонентов индивидуального опыта в перестройку поведения при потере его результативности.

*Работа выполнена в рамках Ведущей научной школы РФ «Системная психофизиология» (НШ-9808.2016.6) и поддержана Государственным заданием ФАНО РФ № 0159-2016-0012*

## **RESTRUCTURING ACTIVITIES OF THE SPECIALIZED NEURONS FOLLOWING LOSS OF PERFORMANCE EFFECTIVENESS**

**Gorkin A.G.<sup>1</sup>, Ivlieva N.P.<sup>2</sup>**

1 Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia, 2 State Academic University for Humanities Moscow, Russia, [agorkin@yandex.ru](mailto:agorkin@yandex.ru)

Actual psychological problem studied in the work is the question of changes in the structure of individual experience, following the loss of behavior effectiveness. The effectiveness of behavior is considered by us as an achievement of useful adaptive result by individual. A special case of the situation of the loss of effectiveness is the situation of retraining when one type of behavior, before leading to a useful result, has to be replaced by another one to achieve the same result.

This study was conducted in the frame of system-evolutionary approach, which allows us to consider the individual as an active holistic subject and the situation of effectiveness loss as a situation, which provides a mismatch between previous individual experience and the lack of the expected result. The main objective of the work was to identify the neural basis of behavior of an individual, faced with the inability to achieve the desired and expected results.

We have been registered retrosplenial cortex neuronal activity by permanently implanted tetrodes in 6 Long-Evans rats in the sessions of instrumental food-procuring behavior when former instrumental behavior ceased to lead to a useful result, ie, animals pedal pression does not lead to serving food in the feeder.

It was shown that the activity of neurons specialized in relation to behavioral acts become ineffective, depends on the "type" of a particular cell specialization. Specialization types can be divided into two groups according to the criterion of the number of stages of behavior covered by specific activation. Neurons that are activated in a specific sequence of acts monotonically and significantly reduce its activity in the sequence of ineffective behavioral cycles ( $p < 0,01$ ). While neurons, activated specifically strictly in one act, practically repeated their activity in the same acts of ineffective behavior. This suggests the different involvement of the components of individual experience in the restructuring of behavior following the loss of its effectiveness.

*This work was made in the frame of RF Leading Scientific School "Systemic psychophysiology" (NSH-9808.2016.6) and was supported by the State assignment FANO RF № 0159-2016-0012*

## РАЗНОНАПРАВЛЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЧАСТОТ В ПРЕДЕЛАХ СЕМЕЙСТВА MURIDAE

Горлова А.В.<sup>1</sup>, Павлов Д.А.<sup>1</sup>, Зубков Е.А.<sup>2</sup>, Иноземцев А.Н.<sup>1</sup>, Чехонин В.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия, Москва; <sup>2</sup> – Федеральный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского. Москва. Россия; [neuropeople@yandex.ru](mailto:neuropeople@yandex.ru)

Несмотря на общность физиологического ответа организма на стресс, этологическое проявление нарушений гомеостаза имеет большую вариабельность. При этом животные могут характеризоваться как депрессивно-подобным поведением, так и патологической агрессивностью. Эти поведенческие проявления тесно ассоциированы с субмиссивностью или агрессивностью животного, соответственно, что представляет собой две противоположные стратегии поведения в иерархии грызунов. В данном исследовании на примере хронического действия ультразвука (УЗ) переменных частот (20-45 кГц) была предпринята попытка проанализировать, могут ли стимулы одной природы и одной модальности приводить к разнонаправленным поведенческим ответам в пределах семейства Muridae.

Опыты поставили на 40 крысах линии Sprague-Dawley и 40 мышах линии СВА. Животные в течение 2 и 3 недель находились под действием УЗ в одиночных клетках. По результатам дальнейшего тестирования было установлено наличие депрессивно-подобных нарушений у крыс, подвергавшихся воздействию УЗ в течение трех недель, что проявилось в увеличении времени иммобильности в тесте вынужденного плавания по Порсолту, повышенной тревожности в приподнятом крестообразном лабиринте и открытом поле, а также уменьшении числа социальных контактов в тесте «социальный интерес». После воздействия УЗ в течение двух недель перечисленные нарушения проявились в меньшей степени.

Мыши, подвергавшиеся воздействию УЗ в течение 2 и 3 недель, не показали статистически значимых различий в уровне тревожности от контрольных групп. При этом в тестах на агрессивность («резидент-интродер» и «социальное взаимодействие») мыши, подвергавшиеся воздействию УЗ в течение трех недель, продемонстрировали патологически агрессивное поведение. Мыши, подвергавшиеся воздействию УЗ в течение двух недель, не показали статистически значимых отличий от животных контрольной группы.

Объяснение данного феномена может заключаться в разном семантическом значении данных стимулов для мышей и крыс. Колебания с частотой волн 22-25 кГц издаются крысами в ожидании негативного стимула, в то время как вокализации с частотой 40-45 кГц связаны с пищевым подкреплением. Следовательно, при подаче данных стимулов в случайном порядке животное оказывается в среде с повышенной информационной неопределенностью. В отличие от крыс, мыши не испускают ультразвуковую вокализацию в неблагоприятных ситуациях. Вероятно, данный факт обуславливает и отсутствие субмиссивности у мышей, и различие в реакциях разных видов грызунов на одинаковое стрессогенное воздействие.

## OPPOSITE EFFECTS OF EXPOSURE TO ULTRASOUND OF VARIABLE FREQUENCIES WITHIN FAMILY OF MURIDAE

Gorlova A.V.<sup>1</sup>, Pavlov D.A.<sup>1</sup>, Zubkov E.A.<sup>2</sup>, Inozemtsev A.N.<sup>1</sup>, Chekhonin V.P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – MSU named after M.V. Lomonosov, Russia, Moscow; <sup>2</sup> – Federal medical research center of psychiatry and narcology named after V.P. Serbsky, Russia, Moscow. [neuropeople@yandex.ru](mailto:neuropeople@yandex.ru)

Despite the generality of the physiological response of the body to stress, ethological manifestation of homeostasis disorders is characterized by high variability. As a result, animals can develop either depressive-like behavior or pathological aggressiveness. These behaviors are closely associated, respectively, with submissiveness or aggressiveness, which represents two opposing strategies of behavior in the hierarchy of rodents. In this study, using ultrasound of variable frequencies (20-45 kHz), we made an attempt to analyze whether stimuli of the same nature and modality can lead to opposite behavioral response within the family of Muridae.

Experiments were conducted on 40 rats (Sprague-Dawley line) and 40 mice (CBA line). Animals kept in single cages were exposed to ultrasound for 2 and 3 weeks. It has been found that rats exposed to ultrasound for three weeks, showed depressive-like disorders, which was manifested in increase of immobility time in the forced swimming test and increased anxiety in the elevated plus maze and open field tests. Also, number of social contacts in the "social interest" test was reduced. Rats exposed to ultrasound for two weeks showed these disorders to a lesser extent.

Mice that were exposed to ultrasound for 2 or 3 weeks, showed no significant difference of anxiety level from the control group. At the same time, mice exposed to ultrasound for three weeks, showed abnormally aggressive behavior in models "resident-intruder" and "social interaction". Mice that were exposed to ultrasound for two weeks did not show significant differences in aggressiveness level from the control group.

The explanation of this phenomenon may lie in a different semantic meaning of these stimuli to mice and rats. Rats vocalize using 22-25 kHz waves in anticipation of negative stimuli, while vocalizations at a 40-45 kHz frequency are associated with food reward. Thus, when applying these stimuli in a random order, we put the animal in an environment with high informational uncertainty. Unlike rats, mice do not emit ultrasonic vocalization in unfavorable situations. Probably, this fact causes the lack of submissiveness in mice and the difference in responses to the same stress impact among different species.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С РАЗНЫМИ ПРОФИЛЯМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Гребнева Н.Н., Сазанова Т.В., Смирнова М.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет»

Тюмень, Россия; [grebnevann@mail.ru](mailto:grebnevann@mail.ru), [sazanovat@mail.ru](mailto:sazanovat@mail.ru), [marinasmirnova1402@gmail.com](mailto:marinasmirnova1402@gmail.com)

Развитие детей, особенно в условиях Крайнего Севера, во многом зависит от экологического и социального благополучия, интенсивности миграционных процессов, рациональности питания в холодном климате, других факторов [1,4]. По данным некоторых исследователей профиль функциональной межполушарной асимметрии (ФАМ) может служить показателем адаптации человека к неадекватным климатогеографическим условиям. Уже не подлежит сомнению то, что дети с доминированием синистральных признаков в латеральном фенотипе заслуживают особого внимания. Обнаружено, что ФАМ у левшей менее выражена; имеются отличия по полу, а в условиях Крайнего Севера растет количество левшей и амбидекстров, которые менее подвержены заболеваниям [2,3].

Цель работы: определение особенностей морфофункционального развития детей 5-7 лет с разными латеральными фенотипами. В условиях организованных детских коллективов обследовано 137 детей 5-7 лет (представителей пришлого населения Тюменского Севера).

Методом экспериментальных проб по моторно-сенсорным предпочтениям определяли индивидуальный профиль функциональной межполушарной асимметрии, оценивали антропометрические параметры (ДТ, МТ, ОГК) и жизненную емкость легких (ЖЕЛ), регистрировали интегральные показатели кардиореспираторной системы по записи ЭКГ во втором стандартном отведении. Рассчитывали показатели сердечного выброса – систолический и минутный объемы крови (СОК и МОК), по индексам определяли крепость телосложения, интенсивность ростовых процессов. Выделяли группы детей, отличающиеся выраженностью декстральных и синистральных признаков. В результате обследуемые дети разделены на 2 группы – условно названные «П» – правши, к которым отнесли истинных правшей, детей с преобладанием декстральных признаков, «Н» – неправши, т.е. истинные левши, дети с преобладанием синистральных признаков и амбидекстры. Данные обработаны стандартными методами математической статистики.

По результатам сравнения наших данных с литературными выявлено: 1 – количество детей в группе «Н» увеличено по сравнению со средними широтами; 2 – по генетически детерминированному признаку – ДТ девочки из группы «Н» выше по сравнению со сверстницами из «П» ( $P < 0,001$ ), среди мальчиков различий нет, что связано с запаздыванием у них полуростового скачка, как правило, происходящего позже девочек; 3 – дети обоего пола в «Н» больше, чем в «П» по МТ, ОГК и ЖЕЛ ( $p < 0,005$ ); 4 – различия в значениях ИВВ указывают на преобладание скорости ростовых процессов у «Н» по сравнению с «П»; 5 – при исследовании интегральных показателей сердечнососудистой системы – ЧСС и АД, как в покое, так и после физической нагрузки, различий в зависимости от пола и принадлежности к латеральному фенотипу не выявлено, они оставались в пределах допустимых значений. Анализ индивидуальных типов реакций системы кровообращения на нагрузочное тестирование показал, что по нормотонический тип реакции преобладал у – 61% мальчиков «Н» и 65% мальчиков «П»; девочек с нормотонической реакцией больше, чем мальчиков, но их количество также мало различалось между «Н» и «П», составляя 74 и 75%, соответственно; по гипотоническому типу реагировали на нагрузку 28% мальчиков и 19% девочек группы «П», в группе «Н» их было меньше – 15% мальчиков и 14% девочек. Гипертонический тип реакций встречался реже, у 11% девочек и 20% мальчиков. Таким образом, полученные данные о морфофункциональных особенностях развития позволяют предположить о больших адаптационных возможностях детей-мигрантов Севера с преобладанием в их фенотипе синистральных признаков.

### Литература

1. Гребнева Н.Н. Эколого-физиологический портрет современных детей и подростков в условиях Тюменской области. Монография. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2006. 240 с.
2. Хаснулин В.В., Шестаков С.И., Степанов Ю.М. Функциональная асимметрия организма и приспособленность человека к жизни и работе в Заполярье / Региональные особенности здоровья жителей Заполярья. Новосибирск: изд-во СО РАМН СССР. 1983. С. 62-67.
3. Леутин В.П. Асимметрия мозга и адаптация человека на Севере / Тез. докл. 2-ой междунар. НПК. Проблемы охраны здоровья и социальные аспекты освоения газовых и нефтяных месторождений в Арктических регионах. Надым, 1995. С. 92.
4. Гребнева Н.Н., Кривошеков С.Г. Адаптационный потенциал подростков Севера и его связь с функциональной межполушарной асимметрией // Физиология человека 2001. Т.27. № 5.

## FEATURES OF CHILDREN'S DEVELOPMENT WITH DIFFERENT PROFILES OF FUNCTIONAL HEMISPHERIC ASSYMETRY IN CONDITIONS OF THE NORTH

Grebneva N.N., Sazanova T.V., Smirnova M.V.

Federal State Educational Institution of Higher Education «Tyumen State University»  
Tyumen, Russia; [grebnevann@mail.ru](mailto:grebnevann@mail.ru), [sazanovat@mail.ru](mailto:sazanovat@mail.ru), [marinasmirnova1402@gmail.com](mailto:marinasmirnova1402@gmail.com)

Abstract: This article presents results of study of morphofunctional development with different profiles of functional hemispheric asymmetry of 137 children, representatives of the Tyumen North alien population. These data suggest a higher adaptive capacity of migrant-children with a dominance of sinistral features in their phenotype.

Keywords: migrant-children, morphofunctional development of the 5-7 years-old children, adaptive capacity

## ОСЦИЛЛЯЦИИ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ\*

Греченко Т.Н., Харитонов А.Н., Жегалло А.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии РАН, Москва, Россия, [grecht@mail.ru](mailto:grecht@mail.ru)

Биологическое разнообразие отражает сложность живого вещества, его способность к регуляции своих функций и взаимодействию с себе подобными и окружающей средой. Научная и методическая основа для описания биоразнообразия базировалась на учении Дарвина об эволюции видов посредством естественного отбора, а современная объясняет изменчивость как результат мутаций и генетических рекомбинаций. Полученный нами экспериментальный материал, собранный на живых существах разного уровня эволюции, показывает, что биологическое разнообразие может исследоваться и методами электрофизиологии. Были выполнены эксперименты, в которых при помощи стеклянных микроэлектродов регистрировалась электрическая активность у организмов разного уровня эволюции: цианобактерий *Oscillatoria terebriformis*, *Geitlerinema sp.* (нитчатые) и *Halothece sp.* (одиночные), дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, инфузорий *Paramecia caudatum*, пиявки *Hirudo medicinalis*, моллюска *Helix lucorum*, эмбрионов лиманной креветки *Artemia salina* и лягушки *Rana temporaria*. Результаты показывают, что осцилляторы существуют у самых древних форм жизни и являются первым видом электрической активности, обнаруживаемой у развивающегося организма (в проведенных опытах у зигот лягушки *Rana temporaria* и эмбрионов *Artemia salina*). Опыты, выполненные при помощи внутриклеточных микроэлектродов, показали наличие осцилляторной активности у всех существ. Виды ритмической активности и функции, естественно, отличаются и определяют особенности организации жизни исследуемого существа. Ритмы суммарной электрической активности по частоте тождественные современному, обнаруженному у таких сложных биологических систем как мозг человека, есть даже у цианобактерий, находившихся у истоков зарождения жизни на Земле. Локализация пиков активности по частоте соответствует альфа, бета, дельта диапазонам. По-видимому, именно осцилляторные процессы осуществляют интеграцию организма в гармонично функционирующее целое, регулируя жизнь животных и растений через систему взаимосвязанных ритмов. Для выявления внутрисклеточных особенностей осцилляторной активности проводился автокорреляционный анализ, а наличие информационного взаимодействия между парой активных локусов при одновременной регистрации выявлялось при помощи кросс-корреляционного анализа. Графики кросс-корреляции показали, что в процессе "диалога" неоднократно происходит смена "лидера", обнаруживаются типы взаимосвязи, которые найдены и при коммуникации высших организмов. Опыты на существах разного эволюционного уровня показали, что у одного и того же объекта регистрируются паттерны разной структуры (паттерн – это электрические осцилляции определенной частоты, организованные в последовательность); эти паттерны устойчивы и повторяются у разных экземпляров одного и того же биологического вида; один и тот же паттерн воспроизводится много раз у одного и того же объекта; у эволюционно разных существ есть одинаковые по структуре паттерны; паттерн определяет уровень активности и тип поведения организма. Анализируя электрические осцилляции, появляющиеся в определенных жизненных обстоятельствах живых существ, можно прийти к предположению о наличии их общих эволюционных «корней» – одних и тех же кодов, подобно тому, как четыре азотистых основания природных нуклеиновых кислот в разных комбинациях кодируют все многообразие жизни на Земле. Их обнаружение у столь разнообразных существ, как те, что были объектом наших исследований, свидетельствует об их эволюционной консервативности: созданные природой у самых ранних истоков жизни, они сохранились до наших дней, обеспечивая внутреннюю целостность и внешние связи любой единицы живого – от клетки до сложных биосоциальных систем.

\*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-28-00229), ФГБУН Институт психологии РАН

## OSCILLATIONS AND BIODIVERSITY\*

Grechenko T.N., Kharitonov A.N., Zhegallo A.V.

Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [grecht@mail.ru](mailto:grecht@mail.ru)

Biological diversity reflects complexity of live matter, the ability to regulate its functions and to interact with its kind and environment. The scientific and methodical basis for the description of a biodiversity, initially based on Darwinian thinking about evolution of species by means of natural selection, today explains variability as a result of mutations and genetic recombinations. Our experimental data received on living beings of different level of evolution show that biological diversity can be investigated by methods of electrophysiology. The experiments were conducted, in which electric activity in organisms of different level of evolution was registered by means of glass microelectrodes. The results show that oscillators exist in the most ancient forms of life and are the earliest type of the electric activity detected in a developing organism (in our experiments, in the embryos of a frog *Rana temporaria* and a chimp *Artemia salina*). The registrations made using intracellular microelectrodes showed existence of oscillatory activity in all objects studied. Types of rhythmic activity and function, naturally, differ reflecting the organization of the object studied. The peaks of frequency of summarized electric activity are in accordance with alpha, beta, and delta ranges. For detection of intra-structural features of oscillatory activity the autocorrelation analysis was carried out, and existence of information exchange between two active loci with simultaneous registration came to light by means of the cross correlation analysis. Diagrams of a crosscorrelated function showed that in the course of the "dialogue" a change of "leader" took place, similarly to that found in communication of the higher organisms. Experiments on biological objects of different evolutionary level showed that in the same object patterns of different structure are registered (the pattern is the electric oscillations of a certain frequency organized in a sequence; the pattern determines the level of activity and type of behavior of an organism); the same pattern is reproduced many times at the same object; the patterns are steady and were registered repeatedly in different specimens of the same species. The objects of different evolutionary levels produce patterns identical in structure. Analyzing the electric oscillations produced by living beings in certain vital

circumstances it is possible to come to an assumption of existence of their common evolutionary "roots" – the same codes, just as four nitrogenous bases of natural nucleonic acids in different combinations code all variety of life on Earth. Their detection in so different beings as those that were objects of our research testify to their evolutionary conservatism: life discovered them at the earliest stages and conserved up to now, providing internal integrity and external relations for any unit of the live – from a cell to complex biosocial systems

*This work was supported by RSF grant #14-28-00229*

### **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТКАНЕЙ ЗАДНЕГО СЕКТОРА ГЛАЗА ВЗРОСЛОГО ТРИТОНА В СИСТЕМЕ 3D IN VITRO**

**Э.Н. Григорян, Ю.П. Новикова, Ю.В. Маркитантова**

Институт биологии развития РАН им. Н.К. Кольцова; Москва, Россия; [yuliya.mark@gmail.com](mailto:yuliya.mark@gmail.com)

Модели длительного 3D органотипического культивирования тканей глаза используются для решения ряда фундаментальных и биомедицинских задач (Caffe' et al., 2001; Григорян и др., 2005; Moritoh et al., 2010; Bull et al., 2011; Fernandez-Bueno et al., 2012). Применение 3D органных моделей позволяет не только изучать дифференцировку клеток, выявлять популяции малодифференцированных и пролиферирующих клеток, которые могут служить регенерационным резервом при повреждениях и патологиях тканей глаза у высших позвоночных и человека, но также дает возможность выявлять роль сигнальных молекул и факторов в регуляции этих процессов. Задача работы: изучение экспрессии генов-маркеров дифференцировки, регуляторных генов в изолированной нейральной сетчатке, ретинальном пигментном эпителии (РПЭ) в составе задней стенки глаза взрослого тритона, в условиях органотипического культивирования в роллере (RM-1, Латвия). Использовали методы гистологии, BrdU и TUNEL-assays на парафиновых и замороженных срезах из нативных и культивируемых тканей; световую и флуоресцентную микроскопию. Экспрессию генов анализировали с помощью ПЦР в кДНК анализируемых тканей глаза. В сетчатке, как *in vivo*, так и *in vitro* обнаружена транскрипционная активность молекулярных маркеров дифференцировки клеток: гена *Rho*, кодирующего белок фоторецепторов родопсин, гена *тубулина b-II*, кодирующего маркер ранних клеток-предшественников нейронов, регуляторного гена *Pax6*, участвующего в контроле специализации нейронов сетчатки. Результаты молекулярной характеристики находятся в соответствии с морфологическими данными, подтверждая, что в условиях культивирования длительное время сохраняется нейральная дифференцировка клеток сетчатки. В то же время, имеет место пролиферация отдельных клеточных популяций из внутреннего резерва, ростовой области, оцениваемая как по включению BrdU, так и по транскрипционной активности гена *Fgf2*, кодирующего фактор роста. В ретинальном пигментном эпителии *in vivo* и *in vitro*, экспрессируется ген *RPE65*, кодирующий белок специфической дифференцировки. Экспрессия анализируемых маркеров подтверждает данные морфологии о том, что в моделируемых в настоящей работе условиях органо культивирования поддерживается детерминированная дифференцировка в большей части клеток РПЭ тритона. При этом, часть клеток РПЭ дедифференцируется, образуя зачаток сетчатки. Результаты на клеточном и молекулярном уровне свидетельствуют о сохранении в условиях 3D *in vitro* потенциалов клеток РПЭ к дифференцировке по нейральному пути, также как и в условиях *in vivo*, в которых, как известно, после удаления сетчатки у тритона происходит ее полное восстановление.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 16-04-01114.*

### **MOLECULAR CHARACTERIZATION OF THE TISSUES OF POSTERIOR EYE SECTOR OF THE ADULT NEWT UNDER 3D CULTURING IN VITRO**

**E.N. Griqorvan, Yu.P. Novikova, Yu.V. Markitantova,**

Koltsov Institute of Developmental Biology, RAS, Moscow, Russia; [yuliya.mark@gmail.com](mailto:yuliya.mark@gmail.com)

Models of the eyes tissues in 3D *in vitro* organotypic culture are used to study of the number of fundamental and biomedical problems (Caffe' et al., 2001; Griqorvan et al., 2005; Moritoh et al., 2010; Bull et al., 2011; Fernandez-Bueno et al., 2012). Models in 3D conditions allows not only to study the cell differentiation, identify populations of undifferentiated and proliferating cells, which can be regarded as a regenerative reserve for the eye tissues of higher vertebrates and human after injuries and pathologies, but also give the possibility to identify the role of the specific signaling molecules and factors in the regulation of these processes. The aim of the study was the molecular characterization of the tissues from the posterior eye segment of the adult newt. The models of our study were the isolated neural retina explants and retinal pigment epithelium (RPE) in the a structure of the posterior eye sector, in the condition of organotypic culturing in roller (RM-1, Latvia) in comparison with the same tissues from the native eye. We used the routine histology, BrdU and TUNEL-assays on paraffin and frozen sections of the cultivated and intact tissues; the light and fluorescent microscopy. The expression of the markers of the cell's differentiation was analyzed by PCR in cDNA from the eye tissues. We observed the comparable transcriptional activity of the molecular markers of cell differentiation both in the native and cultured retina of the newt. We identified the mRNA of the gene *Rho* encoding a protein of the visual cycle photoreceptor rhodopsin; gene *tubulin b-II*, coding for a marker of early neuronal progenitor cells; regulatory gene *Pax6* involved in the control of the retinal neurons specialization. The results of molecular characterization of the tissues studied were consistent with the morphological data that this type of long time cultivation preserved retinal neural cells differentiation. At the same time, the proliferation of certain cell populations from the internal retinal reserve, growth area was observed and estimated by including BrdU. It was shown also the increase of the transcriptional activity of *Fgf2* gene which stimulates the cell's proliferation. In a retinal pigment epithelium as *in vivo* and *in vitro*, expressed *RPE65* gene encoding a protein-specific differentiation. The results of the molecular analysis confirmed the data obtained on the morphological level that in organotypic culture conditions the most part of the retinal pigment epithelium cells supported determined differentiation. At the same time the part of initially differentiated retinal pigment epithelium cells were dedifferentiated and formed the retinal rudiment. Our studies on cellular and

molecular levels indicate the maintaining in the 3D *in vitro* system the potency of the RPE cells of the adult newt to express the markers of the neural differentiation pathway, as in condition *in vivo*, where, as it is known after the total neural retina removal its full recovery occurs.

*The study was funded by RFBR, according to the research project No. 16-04-001114.*

### **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АКТИВАТОРНЫХ И ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ (ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)**

**Гринкевич Л.Н.**

ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; [Larisa\\_Gr\\_spb@mail.ru](mailto:Larisa_Gr_spb@mail.ru)

Одной из сложнейших задач нейробиологии является выяснение молекулярно-генетических механизмов формирования долговременной памяти (ДП). Трудность проведения исследований в этой области связана с многообразием регуляторных систем опосредующих действие стимулов вовлеченных в формирование условных рефлексов. Кроме того, значительную роль в обучении играют и тормозные системы. Взаимодействие активационных и тормозных систем в конечном итоге определяет успешность формирования долговременной памяти и в настоящее время интенсивно изучается. Существенную роль в прогрессе исследований механизмов долговременной памяти сыграли животные с простыми нервными системами. Нами в качестве модели обучения используется выработка условного оборонительного рефлекса пищевой аверзии у моллюска *Helix*. Проведенные исследования показали, что в формировании данного рефлекса важную роль играют эпигенетические модификации гистонов, причем как по сайтам, активирующим экспрессию генов, так и по ингибиторным. Эти данные свидетельствуют о вовлечении в обучение не только активации, но и репрессии широкого спектра генов. Было предположено, что данные эпигенетические модификации находятся под контролем как активаторных, так и тормозных путей, вовлеченных в формирование долговременной памяти. Активаторным медиатором в ЦНС моллюсков является серотонин, опосредующий действие ноцицептивного стимула, используемого в качестве безусловного, а тормозным нейропептид FMRFамид. При этом серотонин вызывает усиление синаптической передачи в сети нейронов оборонительного поведения, а FMRFамид ее депрессию. FMRFамид-подобные пептиды широкого представлены и у позвоночных животных. Они играют важную роль в развитии нервной системы, вовлечены в регуляцию пищевого поведения и боли. Проведенные нами исследования показали, что у животных с дисфункцией серотонинергической системы, подвергнутых обучению, нарушено метилирование и ацетилирование гистона H3 и ДП не формируется. Кроме того нами показано, что инкубация ЦНС *Helix* с серотином индуцирует метилирование гистона H3 по активаторным (H3K4me3) и ингибиторным (H3K9me2) сайтам, тогда как инкубация с FMRF-амидом метилирование снижает. При совместном действии этих веществ наблюдается подавление FMRFамидом метилирования гистона H3 индуцируемого серотином. Конвергенция этих двух путей происходит также и на уровне командных нейронов оборонительного поведения являющихся основным пластическим звеном оборонительных рефлексов. Таким образом активаторные и ингибиторные процессы, опосредуемые серотином и FMRFамидом, могут взаимодействовать на эпигенетическом уровне, через метилирование гистона H3 с дальнейшей регуляцией экспрессии генов, вовлекаемых в пластические перестройки. Способность FMRFамида оказывать противоположный серотонину эффект на метилирование гистона H3 может отражать роль FMRFамида в целостном поведении животного, а именно в торможении стимулов, утративших значимость. Изучению метилирования гистонов в функционировании ЦНС в настоящее время придается исключительно важное значение как в связи с вовлечением метилирования в ментальные процессы, так и с потенциальной возможностью восстановления когнитивных процессов, связанных с нарушением функционирования ферментов, вовлеченных в метилирование при депрессиях, аутизме и шизофрении.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 14-04-01681.*

### **INTERACTION OF ACTIVATORY AND INHIBITORY PATHWAYS INVOLVED IN THE LONG-TERM MEMORY FORMATION (EPIGENETIC ASPECTS)**

**Grinkevich L. N.**

Pavlov Institute of Physiology Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia,  
e-mail: [Larisa\\_Gr\\_spb@mail.ru](mailto:Larisa_Gr_spb@mail.ru)

One of the basic tasks of neurobiology is the understanding of the molecular and genetic mechanisms of long-term memory (LTM) formation. The difficulty of carrying out research in this area is associated with a variety of regulatory systems mediating effects of stimulus involved in the formation of conditioned reflexes. In addition inhibitory pathways play a significant role in learning. Interaction of the facilitatory and inhibitory pathways ultimately determines the success the long-term memory formation which is intensively studied currently. Mollusks are considered to be among the best models to study memory formation at the molecular level. We use the formation of the food aversion reflex formation in mollusk *Helix* as learning model.

Studies have shown that both activatory and inhibitory histone modifications play an important role in the formation of the reflex. This data indicates the involvement of gene activation and repression in learning. We have suggested that these epigenetic modifications are controlled by both the activator and inhibitory pathways involved in the long-term memory formation. Serotonin is activating mediator in the central nervous system of molluscs and FMRFamid is an inhibitory transmitter. Serotonin mediates the action of the nociceptive unconditioned stimulus and strengthens the synaptic connections between neurons of the network, and FMRFamide leads to depression. FMRFamide-like peptides are widely represented in vertebrates. They play an important role in the development of the nervous system and are involved in the regulation of feeding behavior and pain. Our studies have shown the different methylation and acetylation of histone H3 and no formation of LTM f in animals with dysfunction of the serotonergic system undergoing training. Beside this we found that the incubation of the CNS with serotonin

induces methylation of histone H3 on both activating (H3K4me3) and inhibitory (H3K9me2) sites while incubation with FMRFamide has the opposite effect reducing methylation of histone H3 in the subesophageal complex of ganglia, important for defensive behavior.

The joint action of these substances leads to suppression of induced by serotonin methylation of histone H3. The convergence of these two pathways also occurs at the level of command neurons of the defensive behavior which are the main link of plastic defensive reflexes. Thus the facilitatory and inhibitory processes mediated by serotonin and FMRFamide can interact at the epigenetic level through the histone H3 methylation leading to further regulation of the expression of genes involved in the plastic changes. Ability FMRFamide to have the opposite effect of serotonin on the histone H3 methylation may reflect its role in the whole behavior of the animal, namely braking incentives which have lost their significance.

The studies of histone methylation in the functioning of the central nervous system has utmost importance currently in connection with the involvement of methylation in mental processes, and in the potential recovery of cognitive processes associated with impaired functioning of the enzymes involved in methylation during depression, autism and schizophrenia.

*This work was supported by the grant RFBR №14-04-01681*

### **НЕЙРОЭПИГЕНЕТИКА – ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Гринкевич Л.Н.**

ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; [Larisa\\_Gr\\_spb@mail.ru](mailto:Larisa_Gr_spb@mail.ru)

Одной из актуальных задач нейробиологии является изучение молекулярных механизмов ментальных процессов и поиск путей их коррекции в случае нарушения. В последние годы в этой области наметился существенный прогресс в значительной мере связанный с открытиями в области эпигенетики. Эпигенетика – это раздел биологии, изучающий изменения экспрессии генов, вызванные модификациями гистонов и/или метилированием ДНК, но не сопровождаемые изменениями ее первичной структуры. И что важно – через эпигенетические механизмы обеспечивается взаимодействие клетки с внешней средой, благодаря чему клетки адаптируются к изменяющимся условиям. Кроме того, к эпигенетике относят регуляцию экспрессии генов при помощи РНК – интерференции. РНК-интерференция это механизм управления активностью генов посредством коротких эндогенных двухцепочечных РНК (miRNA) и специальных белковых комплексов, приводящий к селективной деградации определенных мРНК, ингибированию трансляции многих мРНК в клетке, или подавлению транскрипции гена в ядре. В последние годы эпигенетические процессы интенсивно изучаются в связи с работой мозга. В докладе основное внимание будет уделено обсуждению работ (в том числе и собственных) связанных с эпигенетическими модификациями гистонов, так как нарушение этих процессов лежит в основе ряда нейродегенеративных патологий, сопровождающихся значительным ухудшением ментальных процессов, а также работам по вовлечению некодирующих РНК в формирование долговременной памяти. Успехи в данных областях знаний стали возможны благодаря богатому методическому арсеналу, разработанному в последние годы, секвенированию геномов нескольких видов животных и человека, транскриптомным технологиям (RNA-seq) связанным с улучшением качества секваторов, а также высококоразвитой фармацевтической промышленности и получением высоко специфических антител к различным модификациям белков. Краткий анализ данного методического арсенала будет затронут в докладе. Благодаря полученным знаниям в настоящее время ведутся интенсивные исследования направленные на возможность улучшения ментальных характеристик через воздействие на эпигенетические процессы в том числе при нейродегенеративных заболеваниях и старении.

*Наши работы в этой области поддержаны грантами РФФИ № 11-04-01968, №14-04-01681*

### **NEUROEPIGENETICS – ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS**

**Grinkevich L. N.**

Pavlov Institute of Physiology Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia, [Larisa\\_Gr\\_spb@mail.ru](mailto:Larisa_Gr_spb@mail.ru)

One of the topical tasks of Neurobiology is the understanding of the molecular mechanisms of mental processes and the search for ways to correct them in case of violation. In recent years, in this area there has been a significant progress largely associated with the discoveries in the field of epigenetics. Epigenetics – an area of biology that studies the changes in gene expression caused by histone modifications and / or DNA methylation, but not accompanied by changes in DNA primary structure. Importantly, through epigenetic mechanisms is provided the interaction of cell with the external environment, allowing the cells to adapt to changing conditions. Beside this, epigenetics refers to the regulation of gene expression by means of RNA interference. RNA interference is mechanism to control gene activity by endogenous double-stranded short RNA (miRNA) and specific protein complexes, leading to selective degradation of specific mRNA, inhibition of translation of many mRNAs in a cell or the inhibition of gene transcription in the nucleus. In recent years, epigenetic processes have been studied intensively in connection with the work of the brain.

The talk will focus on the discussion of the studies (including my own) associated with epigenetic histone modifications, since the violation of these processes underlies a number of neurodegenerative diseases, accompanied by a significant deterioration of mental processes, as well I will discuss the studies on the involvement of non-coding RNAs in the formation of long-term memory. Advances in these areas have been possible thanks to the rich methodological arsenal, developed in recent years, genomes sequencing of several animal species and humans, transcriptomic technology (RNA-seq), development in pharmaceutical industry and production of the highly specific antibodies to the various proteins modifications. A brief analysis of the methodological approaches will be touched during this talk. Thanks to the obtained data, currently there are performed broad investigations aimed to improve mental performances by influencing the epigenetic processes, especially upon neurodegenerative diseases and aging.

*Our work in this area is supported by RFBR grants № 11-04-01968, №14-04-01681.*

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НЕИНВАЗИВНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Гришин А.А.<sup>a, b, d</sup>, Мошонкина Т.Р.<sup>a, d</sup>, Городничев Р.М.<sup>c</sup>, Герасименко Ю.П.<sup>a, d</sup>.

<sup>a</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия; <sup>b</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им. А.А.Харкевича, Москва, Россия; <sup>c</sup> Великолукская государственная Академия физической культуры и спорта, Великие Луки, Россия; <sup>d</sup> ООО «Косима», Москва, Россия; grishin-ckb@yandex.ru

Электрическая стимуляция спинного мозга является признанным методом восстановления двигательных функций. Наиболее эффективными являются инвазивные методы, однако они требуют хирургического вмешательства. В связи с этим предпочтительна неинвазивная стимуляция, имеющая, однако, ряд недостатков. Это, в первую очередь, болезненность и проблемы, возникающие вследствие стимуляции постоянным током, который вызывает ожог тканей. Разработанный электростимулятор «БиоСтим» лишен этих недостатков благодаря использованию импульсов, модулированных высокой частотой (4-10 кГц) и отсутствию в сигнале постоянной составляющей тока. Кроме того, он является инструментом для исследования функций интактного и поврежденного спинного мозга, так как обеспечивает разные формы импульсов, позволяет создавать разные сценарии стимуляции, синхронизировать каждый из каналов с внешней аппаратурой, в том числе, с регистрирующей. Возможность вариации установки режима стимуляции, выбора каналов стимуляции, формы импульсов воздействия, их параметров, в частности, регулировка диапазона амплитуды выходного тока, частоты стимуляции и модулирующей частоты в зависимости от степени пораженности спинного сегмента, дает возможность произвести стимуляцию спинного мозга наиболее точно и эффективно, управлять вызванными движениями. С помощью стимулятора «БиоСтим» можно стимулировать спинной мозг по меньшей мере на трех уровнях в любой комбинации (шейный, грудной и поясничный уровни), а также стимулировать корешки спинного мозга. Возможности стимулятора могут быть увеличены при применении совместно с механотерапией в комплексе «Биокин».

Работа поддержана Министерством образования и науки Российской Федерации, грант № 14.576.21.0020 (уникальный идентификатор соглашения RFMEFI57614X0020).

## МЕЖСИСТЕМНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ ПРИ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ АМИЛОИДОГЕННЫХ АГРЕГАТОВ $\alpha$ -СИНУКЛЕИНА

Грудень М.А.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва, Россия  
[m.grudem@nphys.ru](mailto:m.grudem@nphys.ru)

Современные исследования доказывают, что протеинопатии, приводящие к программируемой гибели (апоптозу) нейронов в определенных областях мозга могут служить молекулярной основой известных нейродегенеративных заболеваний, например болезни Паркинсона (БП). Важным патологическим условием при БП является нарушение сворачивания белка  $\alpha$ -синуклеина ( $\alpha$ -син) – биомаркера заболевания, с образованием токсических амилоидогенных олигомерных и фибриллярных агрегатов, биологические эффекты которых исследованы недостаточно. Целью данного исследования явилось сравнительное изучение эффектов нативного  $\alpha$ -син, а также полученных *in vitro* олигомерных и фибриллярных агрегатов  $\alpha$ -син и/или их комбинации при их хроническом интраназальном введении на поведенческие, нейрохимические и иммунные процессы у половозрелых мышей C57Bl/6. Эксперименты выполнены на 12-месячных мышцах-самцах линии C57Bl/6 весом  $31,4 \pm 1,2$  г ( $n=70$ ) с интраназальным введением полученных *in vitro* препаратов агрегатов в суммарной концентрации 0.48 мг/кг в течение 14 дней. Проводили определение оценки двигательной активности, когнитивного статуса, концентрации нейромедиаторов и их метаболитов в черной субстанции (ЧС) и стриатуме (СТР) мозга, а также антител (АТ) к нейромедиаторам и вводимым амилоидам в сыворотке крови мышей. Достоверность различий между показателями определяли с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни (уровень достоверности  $p < 0,05$ ). Выявляли расстройства двигательной активности и памяти у животных, сходные с симптомами БП. При действии препарата олигомеров  $\alpha$ -син данные нарушения сопровождались снижением содержания ДА в ЧС, но не СТР (на 42%,  $p < 0,05$ , по сравнению с контролем), ассоциированное с снижением метаболитов DOPAC, HVA и 3-MT (на 71,6% и 43%, соответственно;  $p < 0,05$ ). Эффекты препарата фибрилл  $\alpha$ -син приводили к повышению в ЧС концентрации ДА и метаболитов. При этом, обнаружено также увеличение нигральной концентраций 5-HT на 235.5 %, и метаболита 5-HIAA на 75%,  $p < 0,05$ . Одновременно в сыворотке крови мышей наблюдали увеличение титров аутоАТ к ДА и 5-HT в 10,0-5,0 раза при введении только олигомеров  $\alpha$ -син по сравнению с контролем, а также специфический паттерн аутоАТ к наивному и амилоидогенным агрегатам  $\alpha$ -си. Полученные результаты свидетельствуют о том, что токсические амилоидогенные формы  $\alpha$ -син вызывают нарушения нейромедиаторного гомеостаза, при этом, наблюдаемая активация гуморального звена иммунитета является одним из основных звеньев нормализации ДА и 5-HT метаболизма и также протекции против индуцированной амилоидом токсичности в мозге.

Работа поддержана РФФИ, проект №16-04-00661 А.

## INTERSYSTEM MOLECULAR DISINTEGRATION DURING INTRANASAL INNOCULATION OF $\alpha$ -SYNUCLEIN AMYLOIDOGENIC SPECIES

Gruden M.A.

FSBRI "P. K. Anokhin Institute of Normal Physiology", Moscow, Russia [m.grudem@nphys.ru](mailto:m.grudem@nphys.ru)

Modern researches have shown that proteopathies leading to programmed neuronal cell death (apoptosis) in certain areas of the brain can be recognized as the molecular basis of neurodegenerative diseases such as



Parkinson's disease (PD). An important pathological condition in PD is the protein  $\alpha$ -synuclein ( $\alpha$ -syn) misfolding of the protein – a biomarker of the disease, with the formation of the toxic oligomeric and fibrillar amyloidogenic aggregates, whose biological effects were not enough studied. The purpose of the current investigation was a comparative study of the chronically administered the native  $\alpha$ -syn and *in vitro* derived oligomeric and fibrillar aggregates or their combination effects on behavioral, neurochemical and immune processes in aged mice. Experiments were performed in 12-month-old male mice C57BL/6 31,4  $\pm$  1,2g weight (n=70), which were intranasally administered  $\alpha$ -syn aggregates at a total concentration of 0.48 mg / kg for 14 days. Evaluation by determination of locomotor activity, cognitive capacities as also the concentration of neurotransmitters and their metabolites in the brain substantia nigra (SN) and the striatum (STR), as well as humoral immunity – antibodies (Abs) to amyloid or neurotransmitters in mouse serum. The significance of differences between the groups were determined using the nonparametric Mann-Whitney U-test ( $p < 0,05$ , significance level). Locomotor activity as cognitive status were disrupted in experimental animals that were similar to the PD symptoms. The action of the  $\alpha$ -syn oligomers were accompanied by a decrease in DA content in SN but not STR (42%,  $p < 0,05$ , compared to the control), associated with a decrease in DOPAC metabolites, the HVA and 3-MT (71, 6% and 43%, respectively;  $p < 0,05$ ). The effects of the  $\alpha$ -syn fibrils led to an increase in the concentration of SN DA and its metabolites. Thus, the nigral 5-HT concentration increase up to 235.5% was also observed as also the metabolite – 5-HIAA content up to 75%,  $p < 0.05$ . At the same time in comparison with control in the mouse serum observed titers of DA and 5-HT autoAbs increased in 10,0-5,0 times when only  $\alpha$ -syn oligomers were administered, as well as the specific pattern of autoAbs to the  $\alpha$ -syn naive and amyloidogenic aggregates was revealed. The results indicate that the toxic forms of amyloidogenic  $\alpha$ -syn cause alterations of neurotransmitter homeostasis. Thus, the observed activation of humoral immunity is one of the main link to normalize DA and 5-HT metabolism and, also, protect against the toxicity induced by amyloid structures in the brain.

*Supported by grant RFBR №16-04-00661 A.*

**МРТ МЕТОДЫ, ВЗВЕШЕННЫЕ ПО МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ, И ЦЕРЕБРАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ВЫЯВЛЯЕМЫЕ С ИХ ПОМОЩЬЮ**  
**Губский И.Л., Наместникова Д.Д., Логунова Т.А., Никогосова А.К., Губский, Л.В., Лелюк В.Г., Осипов А.Н.**

НИИ Цереброваскулярной Патологии и Инсульта, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия; shtangakun@gmail.com

К МРТ методам взвешенным по магнитной восприимчивости относится семейство импульсных последовательностей (ИП) с сильной T2\* взвешенностью. T2\* взвешенность формируется благодаря сумме процессов поперечной релаксации (T2 релаксации) и процессов обуславливающих дефазирование спиновой системы (связанных с локальной неоднородностью магнитного поля). На практике это проявляется в виде высокой чувствительности ИП к возмущениям в магнитном поле из-за наличия суперпарамагнитных и ферромагнитных веществ в окружении атомов водорода, а так же на границах с резкими изменениями в магнитной восприимчивости, таких как переход между воздухом и веществом головного мозга (например, в области придаточных пазух).

Большинство T2\* взвешенных изображений основано на 2Д и 3Д модификации ИП градиентного эха (FISP, FLASH, VIBE), а также ИП градиентного эха с суммированием эхо сигналов от различных времен эха (MEDIC). Эхопланарная ИП также обладает T2\* взвешенностью благодаря длинному цугу эхо сигналов, рефазированному с помощью быстрого переключения градиентов. Эхопланарная ИП на основе градиентного эха обладает большей взвешенностью по магнитной восприимчивости, чем эхопланарная ИП, основанная на спиновом эхо. Фаза получаемого МР-сигнала при наличии локальной неоднородности поля и появлении разницы в магнитной восприимчивости вещества изменяется в первую очередь. На этом принципе была разработана ИП с максимально возможной взвешенностью по магнитной восприимчивости – на основе трёхмерного градиентного эха с комбинацией информации от фазовых изображений (SWI).

МРТ методов взвешенных по магнитной восприимчивости нашли широкое применение в клинической практике: от выявления микрокровоизлияний до проведения сложных перфузионных и функциональных исследований головного мозга. Грамотный выбор и использование данных методик позволяет получить специалистам в области нейровизуализации важную клиническую информацию и повысить точность диагностики, что сказывается на качестве оказываемой медицинской помощи для пациента.

**MAGNETIC SUSCEPTIBILITY WEIGHTED MRI TECHNIQUES AND CEREBRAL CHANGES DETECTED WITH THEM**

**Gubskiy I.L., Namestnikova D.D., Logunova T.A., Nikogosova A.K., Gubskiy L.V., Lelyuk V.G., Osipov A.N.**  
Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia; shtangakun@gmail.com

Magnetic susceptibility weighted MRI techniques consist pulse sequences (SPs) with a strong T2\* relaxation. T2\* weighting is formed due to the process of transverse relaxation (T2 relaxation) and the process caused by the dephasing of the spin system (associated with a local inhomogeneity of the magnetic field). In practice, this appears in the form of high sensitivity PS to disturbance in the local magnetic field due to the presence of superparamagnetic and ferromagnetic substances surrounded by hydrogen atoms; as well as at the boundaries with sharp changes in magnetic susceptibility, such as a transition between air and the cerebral tissue (e.g., in the paranasal sinuses).

Most T2\* weighted PS based on 2D and 3D gradient echo modification (FISP, FLASH, VIBE), and a gradient echo PS with summing of echo signals from different echo times (MEDIC). Echoplanar PS also has a T2\* weighting due to the long echo train, with rephasing by fast switching gradients. Echoplanar PS based on gradient echo is more susceptibility weighted than echoplanar PS based on spin echo. The phase of MR signal in

the presence of local field inhomogeneities and the appearance of the difference in the magnetic susceptibility of the substance is changed at first. This concept is the basis of susceptibility weighted imaging (SWI) – three-dimensional gradient echo with a combination of information from the phase images.

Magnetic susceptibility weighted MRI techniques are widely used in clinical practice: from identification of cerebral microbleeds to complex perfusion and functional studies of the brain. Appropriate choice and the use of these techniques allows specialists in neuroradiology to obtain important clinical data and to improve diagnostic accuracy.

### **МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ МРТ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ МОДЕЛИ ОСТРОЙ ФОКАЛЬНОЙ ИШЕМИИ МОЗГА У КРЫС**

**Губский Л.В., Наместникова Д.Д., Губский И.Л.**

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва,  
Российская Федерация; gubskii@mail.ru

Изучение патогенеза, течения и способов лечения ишемического инсульта является одной из важных задач современной медицины. Для решения данной задачи было создано большое количество различных моделей инфаркта мозга на животных. Одной из самых распространённых и близких по патогенезу является модель эндоваскулярной окклюзии средней мозговой артерии (СМА), которая выполняется путём введения монофиламента в просвет внутренней сонной артерии с окклюзией на 1-2ч и последующим удалением филамента с реперфузией.

Магнитно-резонансная томография позволяет *in vivo* в динамике оценить процессы, происходящие при инфаркте мозга. Неоспоримым преимуществом МРТ перед другими методами нейровизуализации является её мультипараметрическая основа – МРТ зависит от большого количества различных физических параметров. С этим же связана мультимодальность МРТ – широкий выбор различных импульсных последовательностей (ИП), которые позволяют оценить как анатомические, так и функциональные изменения в головном мозге.

Для визуализации анатомических структур наиболее используются T1 и T2 взвешенные изображения (ВИ), которые позволяют оценить объём поражения при ишемическом инсульте, выраженность вазогенного отёка, смещение срединных структур и многие другие косвенные признаки инфаркта мозга. Различные типы МР-ангиографии (время-полётная, фазо-контрастная и контраст усиленная ангиография) способны визуализировать сосудистую анатомию головного мозга, скорость кровотока по основным сосудам, направление тока крови, наличие окклюзии или стеноза, а также другую, не менее важную информацию. Такая недавно появившаяся ИП, как изображения взвешенные по магнитной восприимчивости (SWI) является следующей ступенью развития T2\* взвешенных изображений и способна визуализировать кровоизлияния на всех этапах биодegradации гемоглобина. Функциональные модальности МРТ, используемые при исследовании ишемического инфаркта мозга, в первую очередь включают диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ) и перфузионно-взвешенные изображения (ПВИ). ДВИ способны выявить цитотоксический отёк в ядре инфаркта головного мозга уже в первые минуты после его наступления. ПВИ же в свою очередь способны оценить степень перфузии ткани головного мозга и выявить зону ишемической полутени при ишемическом инсульте. Таким образом, совокупность современных ИП, позволяет всецело охарактеризовать течение и патогенез инфаркта мозга.

### **MULTI-PARAMETRIC PROTOCOL OF MRI INVESTIGATION FOR ENDOVASCULAR MODEL OF ACUTE FOCAL BRAIN ISCHEMIA IN RAT**

**Gubsky L.V., Namestnikova D.D., Gubsky I.L.**

The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russian Federation;  
[gubskii@mail.ru](mailto:gubskii@mail.ru)

The research work in field of stroke pathogenesis, courses and treatment is one of the most important challenges of contemporary medicine. Many stroke animal models have been created for modeling ischemic stroke, but the most common one and with pathogenesis similar to humans is similar pathogenesis is middle cerebral artery occlusion (MCAO) model. MCAO is performed by inserting the monofilament into the lumen of the internal carotid artery and its occlusion for 1-2h and subsequent removal of the filament with reperfusion.

Magnetic resonance imaging makes possible *in vivo* evaluation of the processes occurring in the site of brain infarction. The undeniable advantage of MRI over other imaging technics is the its multiparametric basis – MRI depends on a large number of different physical parameters. Multimodality MRI it is determined by a wide selection of different pulse sequences (PS), which allow to evaluate the anatomical and functional changes in the brain.

For visualization of anatomic structures the most useful ones are T1 and T2 weighted images (WI), which allow to estimate the volume of ischemic lesions, severity of vasogenic edema, displacement of midline structures, and many other indirect signs of cerebral infarction. Different types of MR angiography (time-of-flight, phase-contrast and contrast enhanced angiography) are able to visualize the vascular anatomy of the brain, the speed of blood flow in the major vessels, the direction of blood flow, the presence of occlusion or stenosis, as well as other, no less important information. Recently available susceptibility weighted MR-imaging (SWI) is the next step in the development of T2 \* weighted images and is able to visualize bleeding at the all stages of biodegradation of hemoglobin. Functional MRI modality used in the investigation of ischemic brain infarction, primarily include diffusion-weighted image (DWI) and perfusion-weighted image (PWI). DWI can reveal the cytotoxic edema in the core of cerebral infarction in the first minutes after its occurrence. PWI is able to estimate the degree of perfusion of the brain tissue and to identify the area of ischemic penumbra in ischemic stroke. Thus, combination of different modern PS allows extensive characterization of course and pathogenesis of cerebral infarction.

## **ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА МИТОХОНДРИЙ МОЗГА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ПСИХИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

**Гулидова Г.П.**

ООО Научно-производственный медико-биологический центр «ИНДИВИД», г. Москва, Россия;  
[argum@yandex.ru](mailto:argum@yandex.ru)

Здоровье человека определяется прежде всего уровнем саморегуляции узловых метаболических систем (биоэнергетический, гормональный обмен, иммунитет, система образования и разложения перекисей липидов и др.). Энергетический обмен играет исключительно важную роль в метаболизме клетки, поскольку почти все процессы жизнедеятельности осуществляются с потреблением энергии. Основная доля энергии образуется в дыхательных цепочках митохондрий (МХ) и аккумулируется в молекуле аденозинтрифосфата (АТФ). При неврологических и психических заболеваниях выявлены значительные нарушения процессов окисления и образования энергии, так называемый «гипоэнергизм». Гулидовой Г.П. разработана методология диагностики и нормализации биоэнергетических процессов путем использования тест-системы: митохондриальная фракция животных – сыворотка крови больных – нормализующее воздействие. Исследовали: скорость потребления кислорода МХ, сопряженность процессов окисления и образования энергии, скорость образования энергии АТФ и дыхательный контроль МХ. Установлено, что степень нарастания дезэнергизирующего действия сыворотки крови пациентов на МХ мозга зависит от прогрессивности заболевания и увеличивается в направлении: здоровые → больные маниакально-депрессивным психозом (МДП) → приступообразная → непрерывнотекущая шизофрения. Выявлены разные механизмы дезэнергизирующего действия сыворотки крови в зависимости от формы заболевания. В случае приступообразной шизофрении – это активация фосфатаз. Ингибиторы этих ферментов (олигомицин, убаин, соли лития) повышают либо нормализуют биоэнергетику МХ. В случае непрерывнотекущей шизофрении – повышенное образование перекисей липидов, снижающих биоэнергетические процессы в МХ. Ультрафильтрат сыворотки крови этих больных в 3-5 раз увеличивает интенсивность накопления малонового диальдегида (МДА) – конечного продукта перекисеобразования и снижает активность пероксидазы, что является одной из основных причин накопления продуктов перекисного окисления в МХ. Установлены однонаправленные изменения метаболических процессов в экспериментах *in vitro* – при воздействии сыворотки крови пациентов на МХ-ную фракцию мозга и *in vivo* – непосредственно в организме обследуемых пациентов. Нормализация выявленных нарушений биоэнергетических процессов, путем снижения активности фосфатаз, а также интенсивности образования перекисей липидов в большинстве случаев приводит к значительному улучшению клинического состояния пациентов, снятию обострения заболевания и наступлению ремиссии.

## **PECULIARITIES OF REGULATION OF ENERGY METABOLISM OF BRAIN MITOCHONDRIA IN DIFFERENT FORMS OF MENTAL DISEASES**

**G.P. Gulidova**

Scientific-Production Medical-Biological Center "INDIVID", Moscow, Russia, [argum@yandex.ru](mailto:argum@yandex.ru)

Human health is determined mainly by the level of self-regulation of the key metabolic systems (bioenergetic, hormonal metabolism, the immune system, the system of formation and disintegration of lipid peroxides etc.). Energy metabolism plays an exclusively significant role in cell metabolism, because all vital processes require energy consumption. The main part of energy is formed in respiratory chains of mitochondria (MC) and is accumulated in a molecule of adenosine triphosphate (ATP). In neurological and mental diseases there has been recorded considerable impairment of oxidation processes and energy formation, the so-called "hypoenergism". G.P. Gulidova developed the methodology of diagnostics and normalization of bioenergetic processes by using test-systems: animal mitochondrial fraction – patients' blood serum – normalizing effect. The following aspects were researched: the rate of MC oxygen consumption, congruence of the processes of oxidation and energy formation, the rate of ATP energy formation and MC respiratory control. It was stated that the growth rate of de-energizing effect of patients' blood serum on brain MC depends on the progression of the disease and is increasing in the following direction: healthy → patients with manic-depressive psychosis (MDP) → paroxysmal → malignant schizophrenia. Various mechanisms of a de-energizing effect of blood serum depending on the form of the disease were determined. In the case of paroxysmal schizophrenia it is the activation of phosphatases. Inhibitors of these enzymes (oligomycin, ouabain, lithium salts) increase or normalize MC bioenergetics. In the case of malignant schizophrenia it is the increased formation of lipid peroxides that reduce bioenergetic processes in MC. The ultrafiltrate of patients' blood serum 3-5 times increases the intensiveness of malondialdehyde (MDA) accumulation – it is the final product of peroxide-formation and decreases the activity of peroxidase, which is the main reason for accumulation of peroxidation products in MC. Unidirectional changes in metabolic processes in *in-vitro* experiments were determined when patients' blood serum influenced MC brain function and in *in-vivo* experiments it occurred right in the organism of the examined patients. Normalization of the identified impairments of bioenergetic processes by reducing the activity of phosphatases as well as the intensiveness of formation of lipid peroxides in most cases lead to the considerable enhancement of patients' state, elimination of exacerbation and cause remission.

## **НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТА «СТРЕЛОК»**

**Гуляева С.И., Сулин В.Ю., Вашанов Г.А., Сулин А.В., Буркова Я.О., Масютина О.Н.**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, РФ; [gulyaeva@bio.vsu.ru](mailto:gulyaeva@bio.vsu.ru)

Согласно теории функциональных систем академика П.К. Анохина [Анохин П.К., 1973], любое целенаправленное поведение человека и животных обеспечивается взаимодействием моторных,

сенсорных и вегетативных компонентов, в динамических показателях которых находят отражение особенности организации целостного поведенческого акта и параметры достигнутых результатов.

В связи с вышеизложенным, цель исследования состояла в изучении электрофизиологических коррелятов результативности целенаправленного поведения студентов-операторов при выполнении компьютерного теста «Стрелок» [Гуляева С.И., Муртазина Е.П., Журавлев Б.В., 2002]. В исследовании приняли участие 33 студента (15 девушек и 18 юношей), возраст от 19 до 22 лет. Вместе с сенсомоторными показателями регистрировали электроокулограмму (ЭОГ), электрокардиограмму (ЭКГ) и электромиограмму (ЭМГ) с помощью многофункционального компьютерного комплекса «Нейрон-спектр 4П» и программного обеспечения «Нейрон-спектр.NET» фирмы «Нейрософт» (частота опроса АЦП 500 Гц, с фильтрами частот 0.05 Гц и 200 Гц). По параметрам ЭОГ установлено, что первые макросаккады возникали в среднем через  $235 \pm 14$  мс после появления мишени. По нашему мнению такие макросаккады представляют собой произвольные окуломоторные реакции на появление очередной мишени (ориентировочный рефлекс). Установлено, что амплитуда макросаккад достоверно уменьшалась в процессе обучения операторов. После макросаккад, связанных с переводом взгляда на мишень, зарегистрированы макросаккады, которые отражали фиксацию взгляда на луче. Эти макросаккады коррелировали с ЭМГ потенциалами начала движения «мышкой». Далее на окулограмме были выделены микросаккады (амплитудой  $5.73 \pm 0.52$  мкВ для левого глаза и  $8.20 \pm 0.97$  мкВ для правого глаза), связанные со слежением за движущейся мишенью. Такие микросаккады наблюдались на протяжении  $725 \pm 36$  мс не зависимо от номера серии и попытки. Анализ длительности кардиоинтервалов в процессе выполнения попыток показал, что в 56% случаев длительность кардиоинтервала, который совпадал по времени с появлением мишени, увеличивалась по сравнению с предшествующими и последующими кардиоинтервалами (в среднем на  $0.024 \pm 0.004$  с.). Считаем, что увеличение длительности кардиоинтервала связано с процессами внимания к появившейся мишени и отражает преднастройку оператора к моторным действиям.

#### **ELECTROPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF SUBJECT'S PURPOSEFUL BEHAVIOR OF STUDENTS DURING THE PERFORMANCE OF THE COMPUTER TEST "SHOOTER"**

**Gulyaeva S. I., Sulin V.U., Vashanov G.A., Sulin A.V., Burkova Ya.O., Masyutina O.N.**  
Voronezh State University, Voronezh, Russia, [gulajevasi@mail.ru](mailto:gulajevasi@mail.ru)

According to the theory of functional systems of academician P.K. Anokhin [Anokhin P.K., 1973], any purposeful action is provided by interaction motor, sensory and autonomic components, their dynamic indicators reflect the characteristics of the organization integral behavioral act and parameters of achieved results.

The purpose of the study was to investigate the electrophysiological correlates of subject's purposeful behavior during the performance of the computer test "Shooter" [Gulyaeva S. I., Murtazina E.P., Zhuravlev B.V., 2002]. The data were collected from 33 participants (18 male and 15 female) aged from 19 to 22 years. Electrooculographic (EOG) and electromyographic (EMG active electrode on the index finger) were recorded with multi-function computer complex "Neuron-spectr 4P", software was worked out by "Neurosoft" (ADC sampling rate of 500 Hz, with a frequency filter 0.05 Hz and 200 Hz). Using parameters of EOG it was found that the latent period of the first macrosaccades was  $235 \pm 14$  ms in average and it reflects, in our opinion, involuntary oculomotor response on the emergence of the next target. It was found that the amplitude of macrosaccades significantly reduced in the process of training of operators. After macrosaccades associated with the transfer of sight to the target, were registered macrosaccades which reflect the fixation look at the ray. These macrosaccades correlated with EMG potentials of the beginning of "mouse" movement. Further, on EOG allocated microsaccades (amplitude of  $5.73 \pm 0.52$  mV for the left eye and  $8.20 \pm 0.97$  mV for the right eye) associated with tracking of a moving target. Such microsaccades observed for  $725 \pm 36$  ms, regardless of series number and number of attempts. Analysis of cardiointerval during the process of testing showed that in 56% of cases the duration cardiointervals which coincides with the appearance of the target, increased compared to the previous and subsequent duration of cardiointervals (on average from 0.024-0.004). In our opinion the increase of the cardiointerval duration associated with the focus of operator's attention on target and reflects operator's readiness to motor actions.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КРЫС ПРИ МИКРОВОЛНОВОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ОБЛУЧЕНИИ, МОДУЛИРОВАННОМ ВРЕМЕННЫМИ ПАТТЕРНАМИ НЕЙРОННОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫМИ ПРИ РАЗНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ МОТИВАЦИЯХ**

**Гурковский Б.В.<sup>1,2</sup>, Журавлев Б.В.<sup>1</sup>, Трифонова Н.Ю.<sup>1</sup>, Симаков А.Б.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «НИИ нормальной физиологии им. П.К.Анохина», Москва, Россия; <sup>2</sup>Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия, [b.gurkovskiy@nphys.ru](mailto:b.gurkovskiy@nphys.ru)

На сегодняшний день существует немалое количество публикаций, посвященных нетермическому действию микроволновой радиации на живые организмы. Особый интерес вызывает исследование воздействия модулированных электромагнитных излучений (ЭМИ). Цель данной работы – определить, может ли электромагнитное излучение, модулированное временными интервальными паттернами нейронной активности головного мозга оказывать воздействие на поведение крыс. Ранее нами было показано, что при мотивациях голода, жажды и оборонительной во многих структурах головного мозга животных формируются паттерны со специфическими характеристиками распределений межпульсных интервалов. Эти данные послужили основанием для выбора соответствующих показателей частотных модуляций ЭМИ. Опыты проведены на 10 крысах-самцах Вистар, с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директиве европейского сообщества (2010/63/EU). Крысы подвергались воздействию СВЧ излучения со значениями плотностей потока энергии, соответствующими требованиям СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03. Исследовали воздействие ЭМП на поведение недепривированных крыс, а также на поведение крыс после 24 часовой пищевой и питьевой депривации. Крыс помещали в бокс аппаратно-

программного комплекса (Rat Touch Screen Chamber, Lafayette Instrument, USA), где они ранее были обучены пищедобывательному и питьевому инструментальному навыку. В результате проведенных экспериментов было показано, что, в зависимости от продолжительности систематических СВЧ излучений GSM диапазона, модулированных частотой характерной для мотивации жажды, происходило существенное снижение числа питьевых актов (до 50% от исходных значений). Число пищедобывательных поведенческих актов достоверно не изменялось при экспозиции ЭМИ в течение 1-4 часов. При 13-ти часовом воздействии модулированного GSM излучения происходило снижение числа и питьевых, и пищедобывательных актов. Таким образом, согласно результатам проведенных экспериментов, электромагнитное излучение, модулированное временными паттернами нейронной активности головного мозга, оказывает воздействие на инструментальное поведение крыс. Однако, необходимо увеличение числа выборки.

### **STUDY OF THE BEHAVIOR OF RATS EXPOSED TO MICROWAVE ELECTROMAGNETIC RADIATION. MODULATED WITH PATTERNS OF THE BRAIN NEURAL ACTIVITY RECORDED DURING DIFFERENT BIOLOGICAL MOTIVATIONS**

**Gurkovskiy B.V.<sup>1,2</sup>, Zhuravlev B.V.<sup>1</sup>, Trifonova N.Yu.<sup>1</sup>, Simakov A.B.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Research Institute of Normal Physiology, PK Anokhin; Moscow, Russian;

<sup>2</sup>National Research Nuclear University "MEPhI" Moscow, Russia; [b.gurkovskiy@nphys.ru](mailto:b.gurkovskiy@nphys.ru)

There is a considerable number of publications on nonthermal effect of microwave radiation on living organisms. Of particular interest is the study of modulated electromagnetic radiation (EMR) effects. The purpose of this study was to determine whether electromagnetic radiation modulated by temporal interval patterns of the brain neural activity affects rats' behavior. Previously, it was shown that in many animals' brain structures during the motivations of hunger, thirst and defense, patterns with specific characteristics of the pulse intervals distributions were formed. These data served as the basis for selection of relevant frequency modulation characteristics. The experiments were performed on 10 Wistar male rats in compliance with the humanity principles, set out in the EU Directive (2010/63/EU). Rats were exposed to microwave radiation with the values of flux density energy, corresponding to SanPiN 2.1.8/2.2.4.1383-03 requirements. The influence of EMF on nondeprived rats' behavior and on the behavior of rats after 24 hours food and drinking deprivation was investigated. The rats were placed in the box of hardware-software complex (Rat Touch Screen Chamber, Lafayette Instrument, USA) where they were previously trained feeding and drinking instrumental skills. As a result of experiments, it was shown that, depending on the duration of the systematic GSM band microwave radiation modulated with frequency typical for the motivation of thirst, there was a significant decrease in the drinking acts number (up to 50% of their initial values). The number of food-procuring behavioral acts was not significantly changed when exposed to electromagnetic radiation (EMR) for 1-4 hours. During 13-hour time-modulated GSM radiation the number of drinking and feeding acts was decreased. Thus, according to the results of the experiments, electromagnetic radiation, modulated with temporal patterns of the brain neural activity, affects instrumental behavior of rats. However, it is necessary to increase the number of samples.

### **ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ У СТУДЕНТОВ ПОСЛЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО ОТКАЗА ОТ КУРЕНИЯ**

**Гурова О.А.**

ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов, Москва, Россия, [oagur@list.ru](mailto:oagur@list.ru)

С целью изучения изменений в состоянии variability ритма сердца и кожной микроциркуляции у студентов-курильщиков через неделю после отказа от курения сигарет обследованы 10 юношей в возрасте от 18 до 21 года. Стаж курения у обследованных – от 2 до 5 лет.

Состояние микроциркуляции крови исследовалось методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) в коже 4-го пальца кисти с помощью аппарата «ЛАКК-ОП» (НПП «Лазма», Москва). Variability сердечного ритма (BCP) изучалась методом кардиоинтервалографии по Р.М. Баевскому на аппарате «Варикард» (ТОО «Рамена», Рязань). Измерения проводились дважды: при обычном режиме курения и через неделю после отказа от курения. Полученные результаты обработаны методами вариационной статистики.

Через неделю после отказа от курения у испытуемых наблюдалось незначительное снижение артериального давления: систолического – на 5%, диастолического – на 6%. Показатель активности регуляторных систем (ПАРС) снизился с  $6,2 \pm 0,4$  до  $5,1 \pm 0,6$  усл.ед., что свидетельствует об улучшении общего состояния сердечно-сосудистой системы. Подтверждает это снижение стресс-индекса (SI) – на 53% и суммарного уровня активности регуляторных систем (TP) – на 56%. Происходит уменьшение влияния симпатического контура регуляции на состояние сердца и сосудов: показатель RMSSD становится ниже на 24%, вклад LF – на 10,5%, показатель LF/HF – на 28% от уровня при активном курении.

В состоянии микроциркуляции крови после отказа от курения наблюдается тенденция к усилению интенсивности микрокровотока: уровень перфузии (ПМ) увеличивается на 18% при снижении Kv на 38%. Резерв капиллярного кровотока (РКК) возрастает с  $110 \pm 26$  до  $130 \pm 7$  %, что свидетельствует об открытии дополнительных капилляров в результате уменьшения тонуса приносящих артериол. Результаты капилляроскопии подтверждают тенденцию к увеличению плотности функционирующих капилляров как в коже, так и в слизистой оболочке десны испытуемых. Усиление микроциркуляции приводит к увеличению индекса удельного потребления кислорода в ткани (I) на 57%.

Таким образом, даже кратковременный отказ от курения табака способствует улучшению состояния сердечно-сосудистой системы, что происходит, в первую очередь, за счет ослабления влияний симпатического отдела автономной нервной системы на сердце и сосуды и улучшения перфузии тканей кровью вследствие открытия дополнительных капилляров, ускорения кровотока и увеличения потребления кислорода тканями.

## DYNAMICS OF INDICATORS OF BLOOD CIRCULATION IN STUDENTS AFTER SHORT-TERM SMOKING CESSATION

Gurova O. A.

People's Friendship University of Russia, Moscow, Russia, oagur@list.ru

With the aim to study the variability of heart rate and skin microcirculation in students one week after quitting smoking cigarettes the study involved 10 young men aged 18 to 21 years. Smoking history of patients – from 2 to 5 years.

The state of microcirculation was studied by laser Doppler flowmetry (LDF) in the skin of the 4th finger with the help of the device "LAKK-OP" ("Lazma", Moscow). Heart rate variability was studied by the method of cardiointervalography according to R. M. Baevsky on the device "VARICARD" ("Ramena", Ryazan). The measurements were carried out twice: during normal Smoking and a week after Smoking cessation. The results were processed by methods of variation statistics.

One week after smoking cessation in subjects showed a slight decrease in blood pressure: systolic – 5%, diastolic by 6%. The index of activity of regulatory systems (PARS) decreased from  $6.2 \pm 0.4$  to  $5.1 \pm 0.6$ , that testifies to improvement of the general condition of the cardiovascular system. This confirms the reduction of the stress index (SI) is 53% and the total level of activity of regulatory systems (TP) – 56%. There is a reduction of the influence of the sympathetic regulation on the heart and blood vessels: RMSSD is below 24%, the contribution of the LF is below 10.5%, and LF/HF is below 28% from the level during active smoking.

In the microcirculation of the blood after smoking cessation tends to increase the intensity of microcirculation: perfusion level (PM) increased by 18% while reducing the Kv to 38%. The reserve capillary blood flow increases from  $110 \pm 26$  to  $130 \pm 7$  %, indicating the opening of additional capillaries resulting from a decrease in tone of arterioles bringing. The results of capillaroscopy confirmed the trend to increased density of functioning capillaries in the skin and in the mucous membrane of the gums of subjects. The microcirculation leads to an increase index, specific consumption of oxygen in tissue by 57%.

Thus, even briefly quitting smoking tobacco contributes to the improvement of the cardiovascular system. This is due to the weakening effects of the sympathetic nervous system on the heart and blood vessels and improve perfusion of tissue with blood due to the opening of additional capillaries, accelerate blood flow and increase oxygen consumption by tissues.

## ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦНС ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ

Гусева Н.Л.<sup>1</sup>, Святогор И.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> – Институт физиологии им. И.П.Павлова Российской Академии Наук, Санкт-Петербург, Россия

Заболевания, связанные с нарушением сердечного ритма, имеют особое значение, поскольку развитие такого рода патологии приводит к нарушению кровообращения, повышенному риску тромбообразования и, как следствие, ишемическому инсульту. К одному из видов нарушения ритма сердца относится мерцательная аритмия или фибрилляция предсердий (ФП). При ФП пароксизмальной формы нарушение ритма возникает внезапно и прекращается самопроизвольно или под действием фармакотерапии. При ФП постоянной формы нормальный сердечный ритм не восстанавливается. Целью настоящей работы было выявить особенности функционального состояния центральной нервной системы больных с пароксизмальной и постоянной формами фибрилляции предсердий по параметрам электрической активности головного мозга.

Было обследовано 49 мужчин в возрасте от 50 до 83 лет: 29 человек с постоянной формой ФП и 20 – с пароксизмальной формой. Запись ЭЭГ осуществлялась с помощью 21-канального энцефалографа в состоянии покоя и при воздействии функциональных нагрузок: ритмической фотостимуляции (РФС) и гипервентиляции.

Как известно, характер перестройки биоэлектрической активности в ответ на РФС позволяет оценить состояние баланса между процессами возбуждения и торможения. Отсутствие усвоения или неотчетливое усвоение отдельных частот РФС на фоне низкочастотного альфа-ритма (8-7-6Гц) или доминирования низкоамплитудной полиморфной медленной активности свидетельствует о снижении возбудимости и лабильности корковых нейронов. Такого рода изменения были выявлены нами у подавляющего числа пациентов из группы с постоянной формой ФП (у 26 из 29) и большинства из группы с пароксизмальной формой ФП (у 12 из 20). Мы предполагаем, что такие изменения могут быть следствием гипоксии мозга вследствие недостаточного кровоснабжения. А поскольку у лиц с постоянной формой ФП эти изменения выражены значительно, то риску возникновения инсульта они подвержены в большей степени. Полученные данные показали важность оценки функционального состояния не только сердечно-сосудистой системы, но и центральной нервной системы по показателям биоэлектрической активности головного мозга. Своевременно предпринятый анализ будет способствовать выявлению лиц с повышенным риском возникновения инсульта с целью его предупреждения.

## ESTIMATION OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM OF PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION

Guseva N.L.<sup>1</sup>, Svyatogor I.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Institute for Experimental Medicine, St. Perersburg, Russia

<sup>2</sup> – Pavlov Institute of Physiology RAS, St. Perersburg, Russia

Disorder of a cardiac rhythm have special importance as development of such pathology leads to blood circulation violation, the increased risk of a thrombogenesis and an ischemic stroke. One of types of heart rhythm violation is vibrating arrhythmia or atrial fibrillation. The purpose of the real research was to reveal the features of a functional condition of the CNS of patients with paroksizmalny and constant forms of atrial fibrillation (AF) by parameters of brain electric activity.

49 men aged from 50 till 83 years were examined: 29 people with the constant forms of AF and 20 – with a paroksizmalny form. EEG record was carried out by the 21-channel encephalograph at rest and at influence of functional loadings: rhythmic photostimulation (RPS) and hyperventilation. It is known that character of bioelectric activity reorganization as response to RFS allows to estimate a condition of balance between processes of excitement and inhibition. Lack of assimilation of RFS rhythms or vague assimilation of separate RFS frequencies against a low-frequency alpha rhythm (8-7-6Hz) or domination of low-amplitude polymorphic slow activity testifies to decrease in excitability and lability of cortical neurons. Such changes were revealed at overwhelming number of patients from group with the AF constant form (at 26 of 29) and the majority of group with the AF paroksizmalny form (at 12 of 20). We assume that such changes can be a brain hypoxia consequence owing to insufficient blood supply. And as at persons with the AF constant form these changes are expressed more considerably, they are subject to risk of developing of a stroke more. The obtained data showed importance of an assessment of a functional state not only cardiovascular system, but also central nervous system on indicators of bioelectric activity of a brain. In due time undertaken analysis will promote identification of persons with the increased risk of developing of a stroke for the purpose of its prevention.

### **ФОРМИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ КАК ФОРМА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ ИНВАЛИДОВ К УСЛОВИЯМ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ**

**Давлетьярова К.В., Лукьянова Н.А., Капилевич Л.В.**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия, [ksenya-d82@yandex.ru](mailto:ksenya-d82@yandex.ru)

На сегодняшний день большое внимание уделяется проблемам социальной и трудовой адаптации людей с ограниченными возможностями. Важное место в этой проблеме занимают возможности получения высшего или среднего профессионального образования. Наличие образования повышает шансы таких людей на успешную социализацию в обществе. Одна из проблем, с которой сталкиваются люди с ограниченными возможностями – это поступление и обучения в высших и средних профессиональных образовательных учреждениях. Если на школьном этапе многие из них обучались индивидуально, то на этапе профессионального образования такой возможности чаще всего нет. Данная проблема имеет три аспекта – медицинский (физическая реабилитация и формирование навыков обучения в группе), психологический (преодоления психологических барьеров вхождения в коллектив) и социальный (восприятие коллективом людей с ограниченными возможностями). Для успешного решения названной проблемы необходимо работать над всеми тремя ее аспектами одновременно.

Одна из основных физиологических составляющих нормального формирования и развития организма у детей – это движение. Благодаря ему развиваются все зоны коры больших полушарий мозга, координация межцентральных связей, коррекция и компенсация недостатков в физическом и психическом развитии, формируются двигательные взаимодействия анализаторных систем и познавательных процессов.

Была выполнена биомеханическая оценка состояния опорно-двигательного аппарата, включающая применение физиологических методов (метод компьютерной стабиллографии, электромиографии, реографии, метод отслеживания движения – Motion Tracking). На основе полученных данных, были выявлены особенности двигательной активности и способов ее компенсации другими системами, а также установлены принципы регуляции механизмов движений у лиц с ограниченными возможностями.

Полученные результаты свидетельствуют, что формирование двигательных навыков у инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата способствует успешной адаптации к условиям учебной среды, успешной интеграции в социальную среду. Обучение двигательным навыком является важным фактором физиологической и социальной адаптации инвалидов и способствует формированию системы инклюзивного образования.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №16-18-00016).*

### **THE FORMATION OF MOTOR SKILLS AS A FORM OF A PHYSIOLOGICALLY AND SOCIAL ADAPTATION OF PERSONS WITH DISABILITIES IN CONDITIONS OF TRAINING IN HIGH SCHOOL**

**Davletyarova K.V., Lukyanova N.A., Kapilevich L.V.**

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia, [ksenya-d82@yandex.ru](mailto:ksenya-d82@yandex.ru)

Nowadays, much attention is paid to the problems of social adaptation and employment of people with disabilities. An important role in this issue take up the possibility of higher and secondary vocational education. Availability of education increases the chances of such people on the successful socialization in society. One of the problems faced by people with disabilities – a receipt, and training in higher and secondary vocational educational institutions. If the school stage, many of them are individually trained, in step professional education such possibility often is not. This problem has three aspects – medical (physical rehabilitation and the formation of learning skills in the group), psychological (to overcome the psychological barriers to entry in the group) and social (collective perception of people with disabilities). For the successful solution of this problem, you need to work on all three of its aspects at the same time.

One of the main components of the physiological normal formation and development of the body in children – this movement. Thanks to him, develop all areas of the cerebral cortex of the brain, coordination intracentral relations, compensation and correction of deficiencies in physical and mental development, formed by the interaction of the motor analyzer systems and cognitive processes.

Biomechanical assessment of the musculoskeletal system has been implemented, including the use of physiological methods (computer stabilography method, electromyography, rheography method of motion tracking – Motion Tracking). Based on the data obtained, it has been identified particularly motor activity and ways to compensate for other systems, as well as established principles of regulation mechanisms in movement of persons with disabilities.

The results indicate that the formation of motor skills in people with disorders of the musculoskeletal system contributes to successful adaptation to the conditions of the learning environment, the successful integration into the social environment. Training of motor skills is an important factor in the physiological and social adaptation of persons with disabilities and promotes the formation of an inclusive education system.

*The study was performed by a grant from the Russian Science Foundation (project №16-18-00016).*

### **К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ РАССУДОЧНОГО И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ПРИ РЕШЕНИИ ОПЕРАТОРСКИХ ЗАДАЧ**

**Дадашева К.Г.<sup>1</sup>, Аллаhverдиев А.Р.<sup>1</sup>, Дадашев Ф.Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт физиологии им. А.И. Караева Национальная Академия Наук Азербайджана, Баку, Азербайджан; <sup>2</sup> Национальная Академия Авиации Азербайджана, Баку, Азербайджан: dfh54@rambler.ru

Качество работы человека-оператора является функцией многих компонентов. Соотношение рассудочного и эмоционального компонента является темой данного доклада. Как известно, соотношение этих компонентов проявляет себя в зависимости от типа операторских задач, от типа ресурсов оператора таких как, личностный, профессиональный и операционный. Независимо от типа задач (перцептивных, моторных, мнестических и т.д.) можно выделить рассудочные и эмоциональные компоненты.

Несмотря, что в каждой ситуации они проявляют себя специфично, всегда существует необходимое их соотношение.

Определение эмоционального дефицита и эмоциональное выгорание в реальном масштабе времени является полезным для оптимизации операторской деятельности.

Нами анализировались задачи операторской деятельности на примере летной и диспетчерской деятельности и типы ошибок при выполнении тестовых задач для выявления профессионально важных качеств (точность динамического глазомера, способность к экстраполяции, подвижность нервной системы и т.д.).

Например, в задаче для определения динамического глазомера, при слежении за точкой в зависимости от опоздания или опережения реакции можно определить ошибки 1-го или 2-го рода, которые связаны с соотношением рассудочного и эмоционального компонента.

Следует отметить, что это зависит от сложности (моделируемых) выполняемых задач.

В этом направлении требуется комплекс задач:

- Разработка системы реального времени, для определения соотношений рассудочного и эмоционального компонента, посредством представления оператору информации в виде обратной связи.

- Перед работой для определения работоспособности оператора

- Определения для проведения соответствующих психокоррекционных процедур.

Перечисленные факторы, обеспечивающие улучшение качества операторской деятельности требуют реализации с использованием экспертно-консультативных систем, с учетом спецификации конкретной деятельности человека-оператора.

### **TO THE QUESTION OF DEFINITION OF THE RATIO OF THE RATIONAL AND EMOTIONAL COMPONENT AT THE SOLUTION OF OPERATOR TASKS**

**Dadasheva K.G.<sup>1</sup>, Allakhverdiyev A.P.<sup>1</sup>, Dadashev F.G.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institut physiology of A.I. Karayev National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan; <sup>2</sup>National Academy of Aircraft of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan: dfh54@rambler.ru

Quality of work of the person operator is function of many components. The ratio of a rational and emotional component is a subject of this report. It is known that the ratio of these components proves depending on type of operator tasks, from type of resources of the operator such as, personal, professional and operational. Irrespective of type of tasks (perceptual, motor, the mnestic, etc.) it is possible to allocate rational and emotional components.

Without looking that in each situation they prove is specific, always there is their necessary ratio. Determination of emotional deficiency and emotional burning out in real time is useful to optimization of operator activity. By us it was analyzed problems of operator activity on the example of flight and dispatching activity and types of mistakes when performing test tasks for detection of professionally important qualities (accuracy of a dynamic eye estimation, ability to extrapolation, mobility nervous systems, etc.). For example, in a task for definition of a dynamic eye estimation, when tracking a point depending on delay or an advancing of reaction it is possible to define errors of the 1st or 2nd sort which are connected with a ratio of a rational and emotional component.

It should be noted that it depends on complexity (modelled) carried-out tasks.

In it the direction is required a complex of tasks:

- Development of the system of real time, for definition of ratios of a rational and emotional component, by means of representation of information to the operator in the form of feedback.

- Before work for determination of efficiency of the operator

- Definitions for carrying out the corresponding psychocorrectional procedures.

The listed factors providing improvement of quality of operator activity demand realization with use of expert and advisory systems, taking into account the specification of concrete activity of the person operator.



## **ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ САККАДИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ У ДЕТЕЙ С СИНДРОМОМ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И ГИПЕРАКТИВНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ВЗРОСЛЕНИЯ**

**Дамьянович Е. В., Чигалейчик Л. А., Тесленко Е. Л., Базиян Б. Х.,**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия, [damjanov@iitp.ru](mailto:damjanov@iitp.ru)

Целью настоящего исследования являлся анализ изменений параметров саккадических движений глаз (СДГ) у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) в двух возрастных группах (7-9 и 10-12 лет) с использованием аппаратно-программного комплекса и методики, разработанных в лаборатории нейрокибернетики ФГБНУ НЦН (Базиян, 2000).

Анализ СДГ показал статистически достоверное увеличение латентных периодов и длительностей саккад и большую, чем норме внутри- и межиндивидуальную вариабельность в обеих группах пациентов с СДВГ по сравнению со здоровыми детьми аналогичных возрастных групп. Анализ параметров саккад в двух возрастных группах здоровых детей не выявил достоверных отличий их латентных периодов и длительностей в процессе взросления. Сравнение параметров саккад у детей с СДВГ в двух возрастных группах также не выявил достоверных различий длительностей, в то время как латентные периоды у детей более старшей возрастной группы достоверно уменьшались, оставаясь достоверно увеличенными по сравнению со здоровыми детьми аналогичного возраста.

Величина латентных периодов тесно связана с функцией внимания. Уменьшение латентных периодов у детей с СДВГ в более старшей возрастной группе отражает некоторое улучшение функции внимания в процессе взросления, при этом еще не достигающей нормы, что видно из достоверного увеличения этих показателей по сравнению со здоровыми детьми аналогичного возраста.

## **CHANGES IN PARAMETRES OF SACCADIC EYE MOVEMENTS IN CHILDREN WITH ATTENTION DEFICIT DISORDER AND HYPERACTIVITY IN THE CONTINUOUSLY GROWING UP**

**Damianovich E.V., Chigaleichik L.A., Teslenko E.L., Baziyani B.Kh.**

Federal State budget scientific institution Research center of Neurology, Moscow, Russia, [damjanov@iitp.ru](mailto:damjanov@iitp.ru)

The aim of this study was to analyze changes in parameters of saccadic eye movements (SEM) in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in two age groups (7-9 and 10-12 years old) using the hardware-software complex and techniques developed in the laboratory of neurocybernetics FSBSI RSN (Bazian, 2000).

The analysis showed a statistically significant increase in saccadic latent periods and durations and greater than normal intra- and extraindividual variability in both groups of patients with ADHD compared with healthy children of similar age groups. Analysis of saccades parameters in two age groups of healthy children showed no reliable differences between their latent periods and durations in the process of growing up. Comparison of saccades parameters in two age groups of children with ADHD also showed no reliable differences in durations, while latent periods in children of older age groups decreased, while remaining reliably increased compared with healthy children of similar age.

The value of latent periods is closely related to the function of attention. Reduced latent periods in children with ADHD from older age groups reflects a slight improvement in the function of attention in the process of growing up, while still not reaching the standards, as can be seen from the reliable increase in these indices compared with healthy children of similar age.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЗМА ПОСЛЕ ФОРМИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**Даниелян И. А., Саркисян В. Р., Джагинян А. В., Костанян А. Л., Карамян Г. Г., Саркисян Р. Ш.**

Институт физиологии им. Л.А.Орбели НАН РА, Ереван, Армения, [rafsarg@yahoo.com](mailto:rafsarg@yahoo.com)

Современные аппаратные подходы, предназначенные для оценки физиологического состояния организма, ориентированы на регистрацию его различных физико-химических характеристик. Предполагается, что после их совокупного анализа можно будет судить о физиологическом состоянии организма в целом.

В связи с этим особый интерес представляет разработанный в Армении аппаратный комплекс «Биоскоп», уникальность которого заключается в том, что в отличие от других инструментальных подходов его сигналы уже изначально отражают состояние целостного организма. Прибор прост в конструкции, а принцип его работы основан на оценке интенсивности света, рассеянного в светонепроницаемой камере от датчика – стеклянной пластины, покрытой тонким непрозрачным материалом. При приближении неодушевленных предметов, имеющих температуру окружающей среды, показания аппаратуры не меняются. Однако прибор реагирует на биологические объекты, в частности присутствие человека уже с 5-6 м влияет на его показания.

Эксперименты по влиянию стрессорных воздействий, а также ряда фармакологических препаратов на организм животных выявили высокую чувствительность и специфичность сигналов «Биоскопа» к изменению физиологического состояния животного.

В экспериментах на белых крысах показано, что на начальной стадии их беременности резко увеличивается мощность спектра сигналов «Биоскопа». На более поздних стадиях беременности спектральное распределение возвращается к контрольному виду.

В экспериментах по инкубации куриного зародыша выявлено, что уже с 8 дня инкубации значения мощности спектрального распределения 30-и минутной регистрации сигналов «Биоскопа» статистически достоверно отличаются для вылупившихся и не вылупившихся эмбрионов.

В исследованиях на белых мышах показано, что уже через день после их экспериментального

заражения раком кожи в спектральном распределении сигналов «Биоскопа» формируется выраженный «раковый пик», который сохраняется вплоть до гибели мышей. У мышей, которые были также заражены, но не погибли, «раковый пик» практически не формируется.

Приведенные результаты указывают на раннюю диагностическую значимость показаний «Биоскопа» и создают предпосылки для его использования при оценке различных изменений в физиологическом состоянии организма.

#### **THE STUDY OF PECULIARITIES OF CHANGE OF ORGANISM'S INTEGRATIVE INDICATORS AFTER FORMATION OF SOME FUNCTIONAL AND PATHOLOGICAL PROCESSES**

**Danielyan I.A., Sargsyan V.R., Jaghinyan A.V., Kostanyan A.L., Karamyan G.G., Sargsyan R.Sh.**  
Institute of Physiology after L.A. Orbeli of NAS RA, Yerevan, Armenia, rafsarg@yahoo.com

Current instrumental approaches which are designed to assess the physiological state of the organism are oriented on registration of its various physico-chemical characteristics. It is assumed that after their cumulative analysis it will be possible to judge about physiological state of organism as a whole.

In this regard, of particular interest presents the hardware complex "Bioscope" developed in Armenia, whose uniqueness lies in the fact that unlike other instrumental approaches its signals are initially reflect the state of the whole organism.

The device is simple in construction and the principle of its operation is based on evaluating the intensity of light scattered in light-tight chamber from the sensor – a glass plate coated with a thin opaque material. When approaching inanimate objects at ambient temperature the readings of apparatus are not changed. However, apparatus reacts to the presence of biological objects, particularly it responds to human from a distance of 5-6 m. Experiments on Influence of stress, as well as a number of pharmacological agents on animals showed high sensitivity and specificity of "Bioscope" signals to the change in the physiological state of the animal.

In experiments on white rats it is shown that in the early stages of pregnancy the spectrum power of "Bioscope" signals increases dramatically. In the later stages of pregnancy, the spectral distribution of returns to the control form.

In experiments on the incubation of chicken embryos it is revealed that already from 8th day of incubation the values of power of spectral distribution after 30 minutes registration, the "Bioscope" signals statistically significantly differ for hatched and not hatched embryos.

In studies on white mice it is shown that already in the first day after experimental infection by skin cancer, in the spectral distribution of "Bioscope" signals a pronounced "cancerous peak" is generated, which persists until the death of the mice. In mice that were also infected, but not dead, "cancerous peak" practically has not been formed.

These results indicate the importance of early diagnostic indications of "Bioscope" and create the prerequisites for its use in evaluating of various changes in physiological state of the organism.

#### **МАТЕРИАЛЬНОСТЬ МЫШЛЕНИЯ И АКВАСИСТЕМНАЯ ГИМНАСТИКА. АНТИОКСИДАНТНЫЕ SPA ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АНТИВОЗРАСТНОЙ ФИЗИОТЕРАПИИ. ИНТЕРВАЛЬНАЯ НЕЙРОМИОСТИМУЛЯЦИЯ И ПЛАСТИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД**

**Данилов А.Д., Тельнова В.Г.**  
"Клиника Маркелова", Петрозаводск, Карелия

*Здоровье через воду без лекарств и боли*

**Антивозрастные методики оздоровления через воду организма. (ASGym anti-aging SPA) –**

нормализация артериального давления;

- головные боли;
- повышение иммунитета и устойчивости при различных вирусных инфекциях;
- профилактика и лечение герпеса;
- восстановление реологии крови;
- лимфостаз;
- маститы;
- сколиозы, протрузии, остеохондрозы, межпозвоночные грыжи, артрозы, артриты;
- вальгусная деформация стопы и плоскостопие;
- простатиты;
- постинсультная и нейрохирургическая реабилитация,
- ДЦП;

и многое другое.

**Оздоровительные процедуры для спортсменов любительского и профессионального уровня:**

- тренировки и наращивание мышечной массы, снижение объема и веса;
- посттравматическая реабилитация;
- профилактика и устранение последствий профессиональных травм: надрыв и разрыв Ахилл, растяжений, надрыв и разрыв связок, сухожилий, нокдаун, нокаут, восстановление хрящей и костей носа, снятие отеков и гематом;
- восстановление после интенсивного тренировочного и соревновательного режимов;
- подготовка к интенсивным физическим и психологическим нагрузкам;
- снятие временных и сезонных десинхронизов (перелеты между часовыми поясами);
- профилактика, быстрая остановка ОРЗ симптомов и т.д.

## МАТЕРИАЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА МЫШЛЕНИЯ И МЫСЛИ

**Александр Данилов, Василиса Тельнова**  
«Клиника Маркелова», Петрозаводск, Р. Карелия

Aquacommunication is physical-chemical basic to the thinking and a thought.

*Thinking is aggregate of variety of structural-informational processes in the aqua system of brain. The result of these processes is a thought.*

*Thought is the self-organised multi-oscillatory signals of brain's aquasystem. These signals are substantial, targeted; it can be coherent and it can form for itself wave of guides in the aqua systems of atmosphere and hydrosphere, providing in actual fact an instant remote interrelation with addressee's aquasystem.*

Что такое жизнь? Мышление? Мысль? Сознание?

Жизнь – это движение – это жизнь ... – Это движение... – ...

Но: «Даже известное известно лишь немногим» – Аристотель 343 г. до н.э.

Резонансно-волновая концепция мышления основана на явлении "Аквакоммуникации" (В.И. Слесарев, 2001 г.) и на многолетних исследованиях ученых от Леонардо да Винчи до русского биолога Шангина-Березовского, опередившего Jacques Benveniste на 8 лет.

По концепции химика (В.И. Слесарев): «АКВАКОММУНИКАЦИЯ – физико-химическая основа мышления.

МЫШЛЕНИЕ сопровождается совокупностью множества аквакоммуникационных, т.е. резонансно-волновых, процессов в аквасистеме головного мозга, результатом которых является мысль. МЫСЛЬ МАТЕРИАЛЬНА, вследствие радиосвойств аквасистемы мозга.

Акваизлучения мозга: содержательны, адресны, когерентны и способны формировать для себя динамические акваволноводы в аквасистемах организма человека и атмосферы, обеспечивая практически мгновенную дистанционную взаимосвязь с аквасистемой адресата, иницируя и способствуя в ней фазовым переходам II рода, изменяющим соответствующим образом её характеристики и функции.

Вода и все живое – универсальные природные аквадиосистемы с бесконечным спектром акусто-электромагнитных излучений и множеством резонансных полос, в диапазоне которых происходят безреагентные изменения физико-химических свойств и биологических функций воды.

Эти изменения могут происходить даже при минимальной инициации континуальной сетки водородных связей сверхслабыми физическими полями и режимами движения аквафрагментов.

В этом нет никаких противоречий с термодинамикой открытых систем, потому что вода, как открытая диссипативная система, может изменять свои свойства без изменения внутренней энергии системы.

Вода способна принимать, хранить, преобразовывать, усиливать и терять уровень организованности энергий и материальных объектов в виде акусто-электромагнитных акваизлучений ("аквамоделей") гидратационных и гидрофобных оболочек белков, углеводов и жиров, описываемых информацией и энтропией, как статистическими термодинамическими характеристиками системы.

Резонансно-волновые механизмы психосоматических процессов здоровья и дисфункций по скорости взаимодействия обменных процессов на много порядков опережают и, скорее всего, определяют дальнейшие молекулярно-кинетические преобразования.

Что такое жизнь? – хороший вопрос для Вселенной, для всех Времен, пространств и участников этого состояния или процесса. Но, похоже, на Земле все определения Жизни сводятся к одному вопросу и бесконечно многогранному веществу, название которому ВОДА, и научное определение которого, до сих пор известно немногим.

До нашего времени Вода была сплошной цепью загадок и разрозненных научных фактов. Работы и размышления великих философов и современных ученых от Леонардо да Винчи до Вернадского, Шаубергера, Коатса, Шангина-Березовского, Бенвенисто, Эмото, Линга, Поллака, Монтанье, Гудичи, Чаплина, Слесарева, Воейкова, Рассадкина, Бритвина, Девяткова, Петросяна и сотен других исследователей, идущих тернистым путем необходимых и опасных исследований, привели к тому, что 65 лет назад, точнее всех, выразил австрийский изобретатель и лесник Виктор Шаубергер: «Сохранение тайны ВОДЫ – это крупнейший капитал из капиталов. По этой причине, любой опыт, служащий её раскрытию, беспощадно подавляется в зародыше!»

Несмотря на важность приведенных фактов для биологии, медицины и экологии, лауреат Нобелевской премии А. Сент-Дьерди точно подметил существующий парадокс: «Биология забыла о воде, подобно тому, как может позабыть о ней глубоководная рыба».

Явным подтверждением справедливости этих слов и в наше время является отсутствие статьи «Вода» в Энциклопедическом словаре по биологии, изданном в 1992 г. в Москве. Подобно биологам, физиологам, врачам и ветеринарам, также не уделяют должного внимания роли воды в организме, что необходимо срочно исправлять. Для этого необходимо рассматривать воду и ее растворы не с традиционных позиций, а с новых, но базирующихся на хорошо известных фактах» – Слесарев В.И.

За последние 100 лет, лишь немногие научные исследования воды привели к концептуальным по повторяемости результатам, позволяющим рассматривать воду, как живую субстанцию и дать ей, практически, исчерпывающее физико-химическое определение:

«ВОДА в конденсированных состояниях – открытая, термодинамически неравновесная, гомогенная, полярная, нелинейная, кооперативная, автоколебательная, самоорганизующаяся, супрамолекулярная аквасистема, межмолекулярный континуум которой обеспечен единой, фрактальной, слоистой, динамичной сеткой водородных связей, способной к самопроизвольному локальному полиморфизму даже при минимальной инициации» – Слесарев Валерий Иванович, д.х.н., профессор, Заслуженный Работник Высшей Школы РФ, автор учебника для мед. вузов «Общая химия. Основы химии живого»

По этой концепции, претендующей на аква-парадигму жизни, Вода обладает следующими свойствами.

Вода:

– природная универсальная аквадиосистема, способная принимать, сохранять, усиливать, передавать и терять уровень организованности физических полей, контактных структур и режимов движения своих аквафрагментов («Аквакоммуникация» по В.И. Слесареву);

– способна изменять свои физико-химические свойства и биологические функции под действием сверх слабых физических полей и режимов движения её аквафрагментов;

– главный биосубстрат живого, т.к. при 70% среднего веса воды в организме, 99% всех молекул организма человека – это молекулы воды, находящейся в состоянии акваплазмы;

– главный источник энергии в живых объектах, т.к. при вихревых режимах движения аквасистем в сосудистых, артериальных и капиллярных руслах вырабатывается до 70% необходимой энергии (АТФ – только 30%);

– главный эталон гармонии от молекулы  $H_2O$  до континуальной сетки водородных связей, построенных фрактально по принципу золотой пропорции (1.618...), независимо от основных условий внешней среды – температуры и давления;

– главная информационная среда, объединяющая все системы, органы и ткани в единую систему, как внутри организма, так и организма с окружающей средой.

Сетка водородных связей аквасистемы является главным сенсором физико-химических взаимодействий в живых и косных объектах.

И, наконец, вода – главный инструмент и среда, позволяющие создавать живое из неживого и обратно, оздоравливать и лечить различные дисфункции и болезни.

Круговорот воды, бесконечно разнообразные вихри воды в организме и природе это основа зарождения, сохранения и развития жизни.

Нарушение права воды на свободу выбора форм и режимов движения – путь к ригидности, деградации, болезни и смерти.

Соблюдение 100% легитимных законов Природы, т.е. круговорота воды – основа выживания, здоровья, молодости и красоты на долгие годы.

Перечень использованной литературы и работ авторов мог бы занять несколько сот страниц. Чтобы убедиться в этом, желающие могут посмотреть, например, книгу физика-лазерщика Ю.П. Рассадкина «Вода обыкновенная и необыкновенная», или учебник В.И. Слесарева, приведенный выше.

В любом случае заинтересованные единомышленники могут обратиться за дополнительной информацией и консультацией по личной почте [dadtada@mail.ru](mailto:dadtada@mail.ru)

## THE MATERIALITY OF THINKING PROCESS AND THE THOUGHT

**Aleksandr Danilov, Vasilisa Telnova**

«Markelov's Clinic», Petrozavodsk, R. Karelia, Russia

[dadtada@mail.ru](mailto:dadtada@mail.ru)

“Aquacommunication is physical-chemical basic to the thinking and a thought.

*Thinking is aggregate of variety of structural-informational processes in the aqua system of brain. The result of these processes is a thought.*

*Thought is the self-organised multi-oscillatory signals of brain's aquasystem. These signals are substantial, targeted; it can be coherent and it can form for itself wave of guides in the aqua systems of atmosphere and hydrosphere, providing in actual fact an instant remote interrelation with addressee's aquasystem.” V.I. Slesarev. GPhD, Prof. 2001*

1. The edicts of nature are legitimate for 100%.

2. The ratio of the amount of water molecules in a human body is practically unchangeable and more 99%.

Water in an organism is the main biosubstratum (construction) for cells, tissues, bodies and systems, it's the main engine and transport system, it's the main energy source.

3. Besides, utmost importance also in the fact that the structure of a grid of hydrogen connections of water is the information database and the standard of harmony for transients of a metabolism and all homeostasis, rhythmostasis including.

4. The aquacommunication mechanism provides unity of regulation systems (the central nervous system, the brain, the spinal cord, endocrine and hemo-immune system and systems of maintenance (cardiovascular, respiratory, digestive, secretory, skeletal-muscular, reproductive, sense organs) due to resonance-wave properties of uniform hydrogen grid communications. The same aquacommunication mechanism connects aquasystems of an organism with aquasystems of an environment.

5. The mechanism of this connection is the resonant-wave.

6. And very important, it's like in full Nature this resonant-wave mechanism is nonlinear!

7. Therefore water is the universal natural aquaradiosystems.

8. So, physical fields are perceived, first of all, via multi- molecular aquasystems of organism, to be exact, it's possible through its undivided super (over) dynamical grid of hydrogen connections.

9. Over weak physical fields and modes of water movement have been used in physiotherapy technologies and SPA procedures for a long time.

10. The aquaparadigm concept of Aqua System Gymnastic for New anti-aging (it's like SPA-physiotherapy) deals with processes of preventive maintenance and treatment from a position of restoration of an optimum energy ratio among the organized and chaotic forms of movement of aquasystem in metabolic processes of the organism.

11. Life is movement... Movement is life...

Harmonious free movement of aquasystems in live organisms is the basis of harmonious health and longevity.

## СПЕЦИФИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА

**Данилова Н.Н., Страбыкина Е.А., Плигина А.М., Лаптева Н.М., Семенюк С.И.**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, [daniilovan@mail.ru](mailto:daniilovan@mail.ru)

Цель исследования выяснить особенности нарушения когнитивных процессов у пациентов с болезнью Паркинсона. Сравнивались две группы пациентов, различающихся стадиями заболевания, с двумя контрольными группами разного возраста. В центре внимания были механизм антиципации как специфический тип памяти и механизм семантической категоризации. Все участники экспериментов должны были опознавать семантические категории во время зрительного предъявления слов, относящихся к двум категориям: «животные» и «предметы». Авторский метод «Микроструктурного анализа осцилляторной активности мозга» (Данилова, 2002), базирующийся на пейсмекерной гипотезе ритмогенеза, был использован для выявления когнитивных нарушений у пациентов с болезнью Паркинсона. Была использована многоканальная ЭЭГ и вычисление эквивалентных токовых диполей для узкополосных частотно-селективных тета генераторов, извлекаемых из состава вызванных потенциалов. В каждой группе пациентов было одинаковое число участников по 11 человек, примерно равное соотношению мужчин и женщин. Остальными параметрами группы различались. Группа с возрастом 64 – 79 лет по шкале Хен-Яр характеризовалась более поздними 1-3 стадиями заболевания и получала в качестве терапии только препарат леводопы. Вторая группа пациентов (47 – 68 лет) по системе Хен-Яр находилась на более ранней стадии: 1-2 и получала препараты – агонисты дофаминовых рецепторов. Опознание категории «животные» в контрольных группах происходило быстро и с минимальными ошибками. Однако для пациентов эта задача становилась более трудной. На это указывает удлинение латентных периодов моторных ответов, увеличение ошибок с подавлением активности частотно-селективных тета генераторов, когда пациенты распознают категорию «животные». Кроме того изменения возникают и перед стимулом, на стадии антиципации. Пациенты, получающие препарат леводопы как терапию, показывают большую сохранность тета ритма и лучшие результаты опознания категории, чем пациенты, получающие только агонисты дофаминовых рецепторов. Нарушение механизма антиципации выявлено у обеих групп пациентов с болезнью Паркинсона и оно связано с опознанием категории «животные». Этот эффект может быть интерпретирован как ранний маркер болезни Паркинсона.

*Работа поддержана грантом РФФ No. 14-18-03253*

## SPECIFIC VIOLATIONS OF PREDICTIVE ACTIVITY IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE

**Danilova N.N., Strabykina E.A., Pligina A.M., Lapteva N.M., Semenyk S.I.**

Lomonosov's Moscow State University, Moscow, Russia

[daniilovan@mail.ru](mailto:daniilovan@mail.ru)

The aim of this study – to identify the cognitive processes in two groups of patients with Parkinson's disease. The cognitive processes of patients are compared with two control groups of different age. The attention was directed to the mechanism of anticipation as a special kind of memory and the mechanism of semantic categorization. The experiment included the identification of semantic categories during the visual presented of words belonging to two domains: "animals" and "objects." Categories of "animals" demanded one motor reaction and categories "objects" – two motor reactions. The author's method "Microstructural analysis of oscillatory brain activity" (Danilova, 2002), which is based on the pacemaker hypothesis of the rhythmogenesis, was used to study the cognitive disorders in patients with Parkinson's disease (PD). The method includes the multi-channel EEG and calculation of equivalent current dipoles for narrowband frequency-selective generators extracted from the evoked potentials. The first group of patients (11 people: 4 males and 7 females, 64 – 79 years old) with stage of disease 1 and 3 upon Hoehn-Yahr has received the drug – L-dopa alone. The second group of patients with more early stage of PD (11 people: 6 males and 5 females, 47 – 68 years old) with stage of disease 1 and 2 upon Hoehn-Yahr has received ADR (agonists of dopamine receptors). Results obtained from the patients were compared with two control groups: young (10 people: 5 males and 5 females, 22 – 23 years old) and older (10 people: 5 males and 5 females, 50 – 60 years old). The identification of the category – "animals" for both control groups was very simple task regarding the category – "objects". However, this task becomes more difficult for patients. The increasing of latent periods of motor responses and number of errors with the suppression of frequency-selective theta generators activity occurs in both groups of patients when they recognize the category of "animals". The changes occur before stimulus, on the stage of the anticipation. The patients receiving L-dopa as therapy showed greater preservation of the theta rhythm, and the best results for identification of categories than the patients who has received only the agonists of dopamine receptors despite the fact that they were on the earlier stage of the disease. The disorder in the mechanism of anticipation was revealed in both groups of patients with Parkinson's disease. This effect is revealed during the identification of the category of "animals" and can be interpreted as an early marker of Parkinson's disease.

*The study is funded by RSF project #14-18- 03253*

## ПРЕДМЕТ НЕЙРОФИЛОСОФИИ: ЧТО ПОНИМАТЬ ПОД ПРИСТАВКОЙ НЕЙРО-?

**Дейнека Э.А.**

Научный Совет по методологии искусственного интеллекта РАН, Москва, Россия, [edeuyneka@mail.ru](mailto:edeuyneka@mail.ru)

Бурное развитие так называемых «нейронаук» в конце XX – начале XXI столетий породило целую серию междисциплинарных областей знания, в название которых входит приставка *нейро-*. Прежде всего, это науки естественной направленности, в которых под *нейро-* понимается материальный субстрат когнитивной, поведенческой или сознательной деятельности человека и животных, имеющих нервную систему или ее аналог: нейрофизиология, нейрофизиология, нейропсихиатрия, нейробиохимия,

нейрофармакология, нейроэтология, нейропсихология, нейровизуализация и т.д. Науки второго ряда, физико-математической и технической направленности, – это сферы знания, занимающиеся, с одной стороны, моделированием свойств биологических нейронных сетей, а с другой стороны, использующие формализованный принцип функционирования биологических нейронных сетей для создания «мягких» (вероятностных) вычислительных инструментов, составляющих альтернативу «жестким» (точным) вычислениям: нейроинформатика, нейрокомпьютинг, нейроматематика и т.д. Науки третьего ряда – гуманитарные – ответственны за самое спорное и неоднозначное расширение значения приставки *нейро-*, имплицитно отсылающее одновременно и к идее материального субстрата когнитивных процессов (чаще всего), и к коннекционизму как к обобщенному гетерархическому принципу (реже): нейролингвистика, нейроэтика, нейроэстетика, нейрокультурология, нейросоциология, нейроэкономика, нейромаркетинг, неврологистика и другие. Так, например, нейроэкономику можно понимать двояко – как экономическую теорию, принимающую во внимание когнитивные механизмы принятия решений экономическими агентами, и как моделирование явлений экономики с использованием нейровычислительных алгоритмов. Аналогичным образом, нейрокультурология может пониматься как дисциплина, занимающаяся изучением когнитивно-нейробиологических основ межкультурных различий, и как теория культуры, основанная на методологической установке, концептуализированной, например, Ж. Делезом и Ф. Гваттари в понятиях «ризомы» и «номадологии». Нейрофилософия была основана П.С. Чёрчленд (1986) как философская дисциплина, призванная осуществить пересмотр традиционных гносеологических, этических, экзистенциальных и других проблем философии средствами и методами естественнонаучных и логико-математических наук. Вместе с тем, со временем для нейронаук нейрофилософия постепенно стала, напротив, своеобразной «методологией науки», интерпретирующей результаты и направляющей деятельность отдельных дисциплин, связанных с изучением феноменов, теоретизированных, с той или иной точки зрения, в рамках «нейронной парадигмы». В связи с этим, в целях дальнейшей категоризации нейрофилософских подходов, уже предпринятой ранее Г. Нортхоффом в ряде его работ (2004, 2014), представляется целесообразным, в контексте выделяемых им «теоретической нейрофилософии» и «нейроэпистемологии» (наряду с «эмпирической нейрофилософией», а также «нейрофеноменологией», «нейроэтикой» и «нейроонтологией» [Northoff G. *Minding the Brain: A Guide to Philosophy and Neuroscience*, Palgrave Macmillan, 2014, pp. 91-117]), различать два семантических оттенка концептуальной приставки *нейро-* в соответствующих неологизмах: 1. указание на связь с нейросетевыми когнитивными процессами в головном мозге и проблематикой философии сознания (психофизиологическая проблема); 2. указание на гетерархический «нейросетевой» принцип организации и функционирования тех или иных феноменов и систем, в более общем, абстрактном смысле (парадигма коннекционизма).

#### **THE SUBJECT OF NEUROPHILOSOPHY: WHAT SHOULD BE MENT BY THE PREFIX *NEURO-*?**

**Deyneka E.A.**

RAS Scientific Council for Methodology of Artificial Intelligence, Moscow, Russia, edeyneka@mail.ru

The rapid development of the so-called “neurosciences” at the end of XXth – beginning of XXIth centuries has given rise to a series of cross-cutting areas of knowledge, the designation of which includes the prefix *neuro-*. First of all, it is a natural science orientation, which refers to a material substratum of neural cognitive, behavioral or conscious human and animal activity. Sciences of the second row have physico-mathematical and technical focus, which are the scope of knowledge involved, on the one hand, in simulating properties of biological neural networks, and, on the other hand, in using the formal principle of biological neural networks to create “soft” (probability-based) computational tools constituting an alternative to “hard” (exact) calculation approaches. Sciences of the third row – humanitarian ones – are responsible for the most controversial and ambiguous extension of semantic values of the prefix *neuro-*, implicitly referring both to the idea of material substratum of cognitive processes (most often) and to connectionism as a generalized heterarchical principle (less often). In order to pursue a further categorization of neurophilosophical approaches already undertaken by G. Northoff (2004, 2014), it seems appropriate in the context of the “theoretical neurophilosophy” and “neuroepistemology” (along with “empirical neurophilosophy”, “neurophenomenology”, “neuroethics” and “neuroontology” [Northoff G. *Minding the Brain: A Guide to Philosophy and Neuroscience*, Palgrave Macmillan, 2014, pp 91-117]) to distinguish between two semantic shades of conceptual prefix *neuro-* in the corresponding neologisms: 1. in connection to the neural network cognitive processes in the brain and in regard to the matters of the philosophy of mind (psycho-physiological problem); 2. in connection to the “neural network” heterarchical principle of organization and functioning of various phenomena and systems in a more general, abstract sense (connectionism paradigm).

#### **ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНОГО СТАНОВЛЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ПОДРОСТКОВ ПРИПОЛЯРНЫХ И ЗАПОЛЯРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРА**

**Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В.**

ФГБУН Институт физиологии природных адаптаций Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск, Россия, denisdemin@mail.ru

Одними из наиболее распространённых форм сердечнососудистой патологии на Севере являются нарушения вегетативных функций и тесно связанные с ними расстройства сосудистого тонуса и регуляции кровообращения. Возникновению артериальной гипертензии у детей и подростков часто предшествует длительный период вегетативной дистонии по гипертоническому типу.

Рассматриваются особенности возрастного формирования вегетативной регуляции сердечной деятельности и функционирования центральной гемодинамики у 426 практически здоровых подростков 14-17 лет, проживающих в районах различных географических широт и климатоэкологических условий Европейского Севера: в Приполярном (64°30' с.ш.) и Заполярном (67°40' с.ш.) районах. Оценка состояния сердечнососудистой системы проводили по параметрам вариабельности сердечного ритма, артериального

давления и частоты сердечных сокращений. Уровень артериального давления и частоты сердечных сокращений определяли по центильным таблицам, рекомендованным Ассоциацией детских кардиологов России в соответствии с возрастом, полом и длиной тела (Москва, 2009).

У обследованных подростков в обоих районах исследования выявлено отчётливое возрастное повышение артериального давления. Доля лиц с пограничной артериальной гипертензией (с уровнем артериального давления, превышающим границу 90 центиля) также увеличивается с возрастом и достигает 63 % к 17 годам. По данным показателей variability сердечного ритма и центральной гемодинамики среди подростков заполярного Севера отмечено значимое увеличение доли лиц с преобладанием симпатических влияний на активность сердечной деятельности, по сравнению со сверстниками из Приполярного района. Наибольшие адренергические влияния на сердечнососудистую систему выявлены у 15-летних подростков Заполярного района, когда за счёт активации положительных хронотропных механизмов сердечной регуляции отмечены более высокие, в сравнении со сверстниками из Приполярного района, значения систолического артериального давления, частоты сердечных сокращений и индекса напряжения регуляторных систем, а также более низкие значения общей мощности спектра variability сердечного ритма.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президиума Уральского отделения РАН № 15-15-4-9 (2016).*

### **AGE FORMATION OF AUTONOMIC REGULATION OF CARDIAC ACTIVITY IN ADOLESCENTS LIVING IN POLAR AND SUBPOLAR AREAS OF THE NORTH** **Demin D.B., Poskotinova L.V., Krivonogova E.V.**

The Institute of Environmental Physiology, Russian Acad. Sci., Ural Branch, Arkhangelsk, Russia,  
denisdemin@mail.ru

The most common forms of cardiovascular disease in the North are violations of autonomic functions and closely related disorders of vascular tone and blood circulation regulation. The emergence of hypertension in children and adolescents is often preceded by a long period of autonomic dysfunction (a hypertensive type).

Features of the age formation of autonomic regulation of cardiac activity and functioning of the central hemodynamic in 426 healthy adolescents 14-17 years old, living in the different geographical latitudes, climatic and ecological conditions of the European North (Subpolar – 64°30'N; Polar – 67°40'N) were examined. Assessment of cardiovascular system was carried out on the parameters of heart rate variability, blood pressure and heart rate. Blood pressure and heart rate were determined by centile tables recommended by the Association of Russian children's Cardiologists of according to age, sex and body length (Moscow, 2009).

A marked increase in age-related blood pressure in adolescents surveyed in both study areas were identified. The proportion of patients with blood pressure levels exceeding 90 centile border, also increases with age, reaching 63 % to 17 years. According to the heart rate variability and central hemodynamic in adolescents living in the Polar region was a significant increase in the proportion of people with a predominance of sympathetic influences on the activity of the cardiac activity, compared with their peers from the Subpolar region. The largest adrenergic effect on the cardiovascular system were found in 15-year-olds adolescents living in the Polar region, where due to the activation of positive chronotropic mechanisms of cardiac regulation marked higher, systolic blood pressure, heart rate and the stress-index and lower values of total spectral power of HRV in comparison with their peers from Subpolar region.

### **ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ПСИХОКОРРЕКЦИИ У ЛИЦ С ТРЕВОЖНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА В ОТДАЛЕННЫЕ СРОКИ ПОСЛЕ СТРЕССОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ** **Денисова Е.А., Торубаров Ф.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный научный центр Российской Федерации- федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна ФМБА России, Москва

Данная работа посвящена исследованиям применению комбинированной психокоррекции (имаго – терапия и музыкотерапия) у лиц с тревожными состояниями различного генеза.

В исследовании участвовало 63 человека. В зависимости от генеза тревожных состояний обследуемые были разделены на 2 группы. В первую группу вошли обследуемые имеющие травматические состояния возникшие в результате переживания психологической травмы (участие в боевых действиях) – 43 чел. Вторая группа с тревожными состояниями возникшими на фоне эмоционального перенапряжения в ходе событий и деятельности обследуемых – 23 чел.

Средний возраст в группе 1 составил 42,1 ± 4,2 лет; во 2 группе 38,4 ± 4,7 лет.

Обследуемые в обеих группах находились на лонгитюрном наблюдении от 3 до 5,6 лет, при этом они получали как медицинскую, так и психологическую помощь.

Уровень тревожности оценивался при помощи шкалы выраженности тревожности Спилбергера – Ханина (реактивная и личностная тревожность). Оценка уровня тревожности проводилась до и после проведения курса психокоррекции. Курс комбинированной психокоррекции составил 15 дней. Для статистической обработки использовалась система SPSS.

До проведения курса психокоррекции у лиц первой группы в 72% отмечалась высокая реактивная тревожностью (РТ 54 ± 5 б.) при низкой личностной (ЛТ 24 ± 4 б). У 16% обследованных выявлялась высокая реактивная и личностная тревожность (РТ 50 ± 4 б.; ЛТ 49 ± 3 б); у 12 % обследованных имели умеренную реактивную и личностную тревожность (РТ 38 ± 5 б.; ЛТ 20 ± 4 б). Во второй группе до проведения курса психокоррекции в 63% случаев отмечались высокие показатели как реактивной, так и личностной тревожности (РТ 48 ± 3 б.; ЛТ 50 ± 4 б). У 37% высокие показатели личностной тревожности (ЛТ 52 ± 3 б) в сочетании с умеренным повышением реактивной тревожности (РТ 36 ± 5 б).

После проведение курса психокоррекции у 83% лиц первой группы отмечено снижение реактивной

тревожности до умеренных показателей при низкой личностной (PT  $34 \pm 3$  б.; ЛТ  $20 \pm 4$  б.), а у 17% снижение показателей как реактивной, так и личностной тревожности (PT  $27 \pm 2$  б.; ЛТ  $26 \pm 4$  б.). Во второй группе у 86% лиц после курса психокоррекции выявлена умеренно выраженная как реактивная, так и личностная тревожность (PT  $38 \pm 3$  б.; ЛТ  $39 \pm 3$  б.). У 14% обследованных отмечено снижение реактивной тревожности (PT  $35 \pm 3$  б.) без снижения личностной (ЛТ  $48 \pm 3$  б.).

Таким образом, положительная динамика после комбинированной психокоррекции, в виде снижения уровня как реактивной, так и личностной тревожности отмечена у лиц обеих групп. Изменения показателей тревожности в обеих группах статистически достоверны ( $p \leq 0,05$ ). Большой эффект от проведения комбинированной психокоррекции у лиц первой группы, что можно связать с особенностью мотивационно – личностных и адаптационных качеств личности.

### **APPLICATIONS OF THE COMBINED PSYCHOCORRECTION FOR PERSONS WITH DISTURBING CONDITIONS OF VARIOUS GENESIS IN THE REMOTE TERMS AFTER STRESSFUL INFLUENCE**

**Denisova E.A., Torubarov F.S.**

Federal state budgetary institution the State scientific center of the Russian Federation -  
federal medical biophysical tsentry A. I. Burnazyana FMBA of Russia, Moscow

This work is devoted to researches to application of the combined psychocorrection (an imago – therapy and a muzykoterapiya) at persons with disturbing conditions of various genesis.

63 persons participated in research. Depending on genesis of disturbing states surveyed have been divided into 2 groups. The first group had included the surveyed resulted experiences of a psychological trauma (participation in military operations) having traumatic states – the 43rd persons. The second group with the disturbing states which have arisen against an emotional overstrain during events and activity of surveyed – the 23rd persons.

Middle age in group 1 has made  $42,1 \pm 4,2$  years; in the 2nd group  $38,4 \pm 4,7$  years.

Surveyed were in both groups on longityurny supervision from 3 to 5,6 years, at the same time they received both medical, and psychological assistance.

Level of uneasiness was estimated by means of a scale of expressiveness of uneasiness of Spilberger – Khanin (jet and personal uneasiness). The assessment of level of uneasiness was carried out before carrying out a course of psychocorrection. The course of the combined psychocorrection has made 15 days. For statistical processing the SPSS system was used.

Before carrying out a course of psychocorrection at persons of the first group in 72% it was noted high jet by uneasiness (PT  $54 \pm 5$ .) at low personal (LT  $24 \pm 4$ ). At 16% examined high jet and personal uneasiness came to light (PT  $50 \pm 4$ .; LT  $49 \pm 3$ ); at 12% examined had moderate jet and personal uneasiness (PT  $38 \pm 5$ .; LT  $20 \pm 4$ ). In the second group before carrying out a course of psychocorrection in 63% of cases high rates of both jet, and personal uneasiness were noted (PT  $48 \pm 3$ .; LT  $50 \pm 4$ ). At 37% high rates of personal uneasiness (LT  $52 \pm 3$ ) in combination with moderated increase of jet uneasiness (PT  $36 \pm 5$ ).

After carrying out a course of psychocorrection at 83% of persons of the first group decrease in jet uneasiness to moderate indicators is noted at low personal (PT  $34 \pm 3$ .; LT  $20 \pm 4$ ), and at 17% decrease in indicators of both jet, and personal uneasiness (PT  $27 \pm 2$ .; LT  $26 \pm 4$ ). In the second group at 86% of persons after a course of psychocorrection moderately expressed both jet, and personal uneasiness is revealed (PT  $38 \pm 3$ .; LT  $39 \pm 3$ ). At 14% examined decrease in jet uneasiness is noted (PT  $35 \pm 3$ .) without decrease personal (LT  $48 \pm 3$ ).

Thus, positive dynamics after the combined psychocorrection, in the form of decrease in level of both jet, and personal uneasiness is noted at persons both groups. Changes of indicators of uneasiness in both groups are statistically reliable ( $p \leq 0,05$ ). Bigger effect of carrying out the combined psychocorrection at persons of the first group that it is possible to connect with feature motivatsionno – personal and adaptation qualities of the personality. motivatsionno – personal and adaptation qualities of the personality.

### **АУТОИММУННАЯ МОДЕЛЬ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА, ВЫЗВАННАЯ ВЫКЛЮЧЕНИЕМ МЕЛАНКОРТИНОВОЙ СИСТЕМЫ МОЗГА**

**Деркач К.В., Жарова О.А., Ложков А.А., Шпаков А.О.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; [derkatch\\_k@list.ru](mailto:derkatch_k@list.ru)

Меланокортиновая сигнальная система гипоталамуса, включающая сопряженные с  $G_s$ -белками меланокортиновые рецепторы 3-го и 4-го типов (МК<sub>3</sub>Р и МК<sub>4</sub>Р), активируемые пептидами меланокортинового семейства, вовлечена в регуляцию пищевого поведения, углеводного и жирового обмена, функций эндокринной системы. Нарушения в ней могут приводить к метаболическим и нейроэндокринным расстройствам, в том числе к метаболическому синдрому (МС). Однако механизмы, лежащие в основе причинно-следственных связей между развитием МС и нарушениями, возникающими в меланокортиновой системе гипоталамуса, до конца не выяснены. Для их изучения нами были разработаны аутоиммунные модели МС на крысах, основанные на выключении МК<sub>3</sub>Р и МК<sub>4</sub>Р с помощью специфичных к ним антител. Иммунизацию крыс проводили многократно с помощью пептида 11-25, соответствующего внеклеточному N-концевому участку МК<sub>4</sub>Р, и пептида 269-280, соответствующего третьей внеклеточной петле МК<sub>3</sub>Р. Для повышения иммунного ответа использовали БСА-конъюгаты пептидов, иммунизацию проводили в течение года, используя на начальных стадиях адъювант Фрейнда. Иммунизация МК<sub>4</sub>Р-пептидом приводила к развитию типичных признаков МС – повышению общей массы тела и массы жировой ткани, дислипидемии, нарушенной толерантности к глюкозе, инсулиновой резистентности, причем все эти патологические изменения сопровождались ослаблением МК<sub>4</sub>Р-зависимых сигнальных каскадов в



гипоталамических нейронах. Иммунизация МК<sub>3</sub>Р-пептидом нарушала липидный метаболизм, повышала массу жировой ткани, но при этом вызывала снижение общей массы тела, что свидетельствует о тенденции к жировому перерождению тканей. В гипоталамусе иммунизированных МК<sub>3</sub>Р-пептидом крыс отмечали изменение соотношения регулируемых меланокортиновыми пептидами и моноаминами сигнальных путей. Таким образом, в обоих случаях получены аутоиммунные модели МС, которые, однако, заметно различаются по ряду метаболических и гормональных характеристик, что указывает на различную роль МК<sub>3</sub>Р и МК<sub>4</sub>Р в развитии метаболических расстройств.

*Работа поддержана Российским Научным Фондом (проект 14-15-00413).*

#### **THE AUTOIMMUNE MODEL OF METABOLIC SYNDROME INDUCED BY INHIBITION OF THE BRAIN MELANOCORTIN SYSTEM**

**Derlach K.V., Zharova O.A., Lozhkov A.A., Shpakov A.O.**

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; [derkatch\\_k@list.ru](mailto:derkatch_k@list.ru)

The hypothalamic melanocortin signaling system including G<sub>s</sub> protein-coupled types 3 and 4 melanocortin receptors (MC<sub>3</sub>R and MC<sub>4</sub>R) activated by peptides of the melanocortin family is involved in the regulation of feeding behavior, carbohydrate and fat metabolism, and functions of endocrine system. The disturbances in this system can lead to metabolic and neuroendocrine disorders, including metabolic syndrome (MS). However, the mechanisms that define the causal relationships between the MS development and the disturbances in the hypothalamic melanocortin system are not yet fully established. For their study there were developed the autoimmune rat models of MS based on the inhibition of MC<sub>3</sub>R and MC<sub>4</sub>R by antibodies specific to them. The immunization of rats performed many times using peptide 11-25 corresponding to the extracellular N-terminal region of MC<sub>4</sub>R and peptide 269-280 corresponding to the third extracellular loop of MC<sub>3</sub>R. To increase the immune response the BSA-conjugates of the peptides were used, the immunization performed during the year, and at the earlier stages of immunization the Freund's adjuvant was used. The immunization of MC<sub>4</sub>R-peptide led to the development of the typical signs of MS, such as the increase of total body weight and fat mass, dyslipidemia, impaired glucose tolerance, insulin resistance, and all these pathological changes are associated with the impaired MC<sub>4</sub>R-dependent signaling cascades in hypothalamic neurons. The immunization with MC<sub>3</sub>R-peptide led to the violations in the lipid metabolism, the increased fat mass, but at the same caused a decrease in total body weight, indicating a tendency to fatty degeneration of the tissues. In the hypothalamus of MC<sub>3</sub>R-peptide-immunized rats the alteration in the ratio of melanocortins- and monoamines-regulated signaling pathways was observed. Thus, in both cases the appropriate autoimmune models of MS were obtained, but they differ noticeably in some metabolic and hormonal characteristics, and this indicates a different role of MC<sub>3</sub>R and MC<sub>4</sub>R in the development of metabolic disorders.

*This work was supported by the Russian Science Foundation (project 14-15-00413).*

#### **ЛЕЧЕНИЕ КРЫС С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2-ГО ТИПА БРОМОКРИПТИНОМ И МЕТФОРМИНОМ ВОССТАНАВЛИВАЕТ ГОРМОНАЛЬНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ АДЕНИЛАТЦИКЛАЗНОЙ СИСТЕМЫ В ГИПОТАЛАМУСЕ**

**Деркач К.В., Сухов И.Б., Кузнецова Л.А., Чистякова О.В., Бузанаков Д.М., Куликова А.А., Бондарева В.М., Шпаков А.О.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; [derkatch\\_k@list.ru](mailto:derkatch_k@list.ru)

В условиях сахарного диабета 2-го типа (СД2) нарушается функциональная активность дофаминергической системы мозга, причем в наибольшей степени меняется активность гипоталамических D<sub>2</sub>-дофаминовых рецепторов (ДА<sub>2</sub>Р). В последние годы получены данные об улучшении метаболических показателей при лечении D<sub>2</sub>-агонистом бромокриптином (БК) пациентов с СД2. Предполагается, что в основе этого лежит способность БК восстанавливать активность гипоталамических сигнальных систем, сниженную при СД2. Однако механизмы действия БК на эти системы, в том числе на аденилатциклазную сигнальную систему (АЦСС), не изучены. Отсутствует информация о влиянии лечения пациентов с СД2 антидиабетическим препаратом метформинном на функции АЦСС в гипоталамусе. Цель работы состояла в изучении влияния длительного лечения БК и метформинном крыс с неонатальной моделью СД2, который вызывали обработкой пятисуточных крысят стрептозотоцином (75 мг/кг), на активность АЦСС в гипоталамусе и ее регуляцию агонистами ДА<sub>2</sub>Р, 1В-серотонинового рецептора (С<sub>1В</sub>Р) и меланокортинового рецептора 4-го типа (МК<sub>4</sub>Р), а также на экспрессию кодирующих эти рецепторы генов. Лечение БК и метформинном проводили в течение 2 месяцев в дозах 0.3 и 200 мг/кг, соответственно. У крыс, леченных БК и метформинном, повышалась чувствительность тканей к инсулину и нормализовалась толерантность к глюкозе. Лечение препаратами повышало экспрессию гена *Mc4r* и стимуляцию аденилатциклазы (АЦ) агонистами МК<sub>4</sub>Р в гипоталамусе крыс, сниженные при СД2. Усиливались также ингибирующие АЦ эффекты С<sub>1В</sub>Р-агониста 5-нонилокситриптамина. Лечение метформинном повышало экспрессию гена *Drd2* и нормализовало ингибирующие АЦ эффекты D<sub>2</sub>-агонистов. Таким образом, длительное лечение БК и метформинном восстанавливало активность моноаминергических и меланокортиновых сигнальных каскадов в гипоталамусе диабетических крыс, что может быть одним из основным механизмов их терапевтического эффекта при лечении СД2.

*Работа поддержана Российским Научным Фондом (проект 14-15-00413).*

**THE BROMOCRYPTINE AND METFORMIN TREATMENT OF RATS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS RESTORES HORMONAL REGULATION OF THE HYPOTHALAMIC ADENYLYL CYCLASE SYSTEM**

Derkach K.V., Sukhov I.B., Kuznetsova L.A., Chistyakova O.V., Buzanakov D.M., Kulikova A.A., Bondareva V.M., Shpakov A.O.

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; derkach\_k@list.ru

In the conditions of type 2 diabetes mellitus (T2DM) functional activity of the dopaminergic system of the brain was impaired, and the activity of hypothalamic D<sub>2</sub>-dopamine receptors (DA<sub>2</sub>R) changes to the greatest extent. Recently the data on the improvement of metabolic parameters in patients with T2DM treated with D<sub>2</sub>-agonist bromocryptine (BC) were obtained. It is assumed that this is based on the ability of BC to restore the activity of hypothalamic signaling systems reduced in T2DM. However, the mechanisms of BC action on these systems, including the adenylyl cyclase signaling system (ACSS), have not been studied. Available information on the effect of the treatment of patients with T2DM with antidiabetic drug metformin on ACSS functions in the hypothalamus is absent. The objective of this work was to study the effect of long-term treatment with BC and metformin of rats with the neonatal model of T2DM, which is induced by the treatment of a five-day rats with streptozotocin (75 mg/kg), on the ACSS activity in the hypothalamus and its regulation by agonists of DA<sub>2</sub>R, 1B-serotonin receptor (5-HT<sub>1B</sub>R) and type 4 melanocortin receptor (MC<sub>4</sub>R) as well as on the expression of the genes encoding these receptors. The treatment with BC and metformin was carried out for 2 months at the doses of 0.3 and 200 mg/kg, respectively. In rats treated with BK and metformin, the insulin sensitivity was increased and the glucose tolerance was normalized. Treatment with the drugs led to an increase in the expression of the gene *Mc4r* and the stimulation of adenylyl cyclase (AC) by MC<sub>4</sub>R agonists in the hypothalamus of rats, which were decreased in T2DM. The AC inhibitory effect of 5-HT<sub>1B</sub>R agonist 5-nonyloxytryptamine was also enhanced. The metformin treatment increased the expression of the gene *Drd2* and normalized the AC inhibitory effects of D<sub>2</sub>-agonists. Thus, the long-term treatment with BC and metformin restored the activity of the monoaminergic and melanocortin signaling pathways in the hypothalamus of diabetic rats, which may be one of the main mechanisms of their therapeutic effect in the treatment of T2DM.

*This work was supported by the Russian Science Foundation (project 14-15-00413).*

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА КАК МАРКЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ ТРЕВОЖНОСТИ КУРСАНТОВ – ПСИХОЛОГОВ МВД**

Дерягина Л.Е.

Московский университет МВД РФ им.В.Я.Кикотя, Москва, Россия

Многочисленные исследования эмоционального стресса подтвердили общность физиологических изменений, возникающих при физиологическом и психологическом стрессе. В тоже время, имеются различия в механизмах этих изменений. При эмоциональном стрессе влияние психических стрессоров (или комплексной стрессогенной ситуации) опосредуется через сложные психические процессы. Эти процессы обеспечивают оценку стимула и сопоставление его с предыдущим опытом. Любой раздражитель при определенных условиях приобретает роль психологического стрессора и, вместе с тем, ни одна ситуация не вызывает стресс у всех без исключения индивидов. Личностные ресурсы в значительной степени определяют способность организма минимизировать, либо максимизировать развертывание реакций на стресс. Классический пример эмоционального стресса можно обнаружить в периоды сессии в любом учебном заведении. Цель работы: выявить особенности вегетативной регуляции ритма сердца на ситуацию экзаменационного стресса у курсантов с различным уровнем тревожности. В исследовании принимали участие 42 практически здоровых курсанта первого курса факультета подготовки психологов, 35 девушек и 7 юношей. Средний возраст составил 17,5 ± 0,5 лет. По уровню личностной тревожности были выделены 3 группы: I – курсанты с умеренным уровнем тревожности (24 человека: 19 девушек и 5 юношей), II – курсанты с высоким уровнем тревожности (8 девушек), III – курсанты с низким уровнем тревожности (10 человек: 8 девушек и 2 юноши).

Тревога как эмоциональное состояние и тревожность как фундаментальная личностная характеристика, должна анализироваться во многих сферах функционирования личности: в спорте, операторской деятельности специалистов, профотборе, педагогическом процессе и других областях, где предъявляются специальные требования к адаптивным возможностям человека. В нашем исследовании механизмы вегетативной регуляции ритма сердца при реагировании на стандартную ситуацию экзамена у курсантов демонстрировали дифференцированную степень включения отделов АНС в зависимости от уровня тревожности. Курсанты с высоким уровнем тревожности демонстрировали более высокую активацию симпатического отдела автономной нервной системы, что свидетельствует о генерализации тревоги и возможности ее соматизации. В целом, выявлена тесная функциональная взаимосвязь симпатического и парасимпатического отделов АНС, что обеспечивает координирующую функцию и достижение оптимальных результатов адаптации к изменяющимся условиям внутренней и внешней среды.

**THE HEART RATE VARIABILITY AS A MARKER OF THE EXAMINATION ANXIETY OF THE STUDENTS – PSYCHOLOGISTS OF THE MINISTRY OF INTERIOR**

Deryagina L.E.

Moscow University of the interior Ministry. In. I. Kikot, Moscow, Russia

Multi-year studies of emotional stress have confirmed the commonality of the physiological changes that occur in physiological and mental stress. At the same time, there are differences in the mechanisms of these changes. During emotional stress the influence of psychological stressors (or complex stress situations) is mediated through complex mental processes. These processes provide for the evaluation of the stimulus and

comparing it with previous experience. Any stimulus under certain conditions becomes a significant psychological stressor and, however, neither situation causes stress to all individuals. Personal resources largely determine the body's ability to minimize or maximize the deployment reactions to stress. A classic example of emotional stress can be detected in periods of the session in any institution. Objective: to reveal the peculiarities of vegetative regulation of heart rhythm at the situation of examination stress of students with different levels of anxiety. The study involved 42 healthy cadets of the first course of faculty of training of psychologists, 35 girls and 7 boys. The average age was  $17.5 \pm 0.5$  years. On the level of trait anxiety were allocated to 3 groups: group I—students with moderate levels of anxiety (24: 19 girls and 5 boys), II—students with a high level of anxiety (8 girls), III—students with low levels of anxiety (10 people: 8 girls and 2 boys).

Anxiety as an emotional state and anxiety as a fundamental personal characteristic that must be analysed in many areas of personality functioning: in sports, operator activity specialists, selection, educational process and other areas where special demands to adaptive possibilities of the person. In our study the mechanisms of vegetative regulation of heart rhythm in response to standard exam conditions students demonstrated a differentiated level of integration of the divisions of the ANS, depending on the level of anxiety. To high level of anxiety showed higher activation of the sympathetic division of the autonomic nervous system, which indicates the generalization of anxiety and somatization. Overall, the close functional relationship between the sympathetic and parasympathetic divisions of the ANS, which provides a coordinating function and achieving optimum results, adapt to changing conditions in the internal and external environment

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ЗНАЧЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ЖЕНЩИН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ЛИЧНОСТНОЙ ТРЕВОЖНОСТИ\***

**Джос Ю.С., Дерябина И.Н., Кэрэуш Я.В., Большевидцева И.Л.**

Институт медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск. [i.deryabina@narfu.ru](mailto:i.deryabina@narfu.ru)

Тревожность по данным многих исследований является предвестником некоторых психических и соматических заболеваний, что определяет необходимость ее диагностики на ранних этапах, до появления первых симптомов болезни. В результате многих исследований выявлено, что электроэнцефалографические показатели являются хорошими индикаторами тревожности.

В исследовании принимали участие 50 практически здоровых женщин в возрасте от 60 до 75 лет, с высоким и нормальным уровнем личностной тревожности (ЛТ), постоянно проживающих в условиях Севера. Все женщины были разделены на две группы в зависимости от уровня тревожности. Первую группу составили 16 женщин с низким и средним (нормальным) уровнем тревожности, вторую – 35 женщин с высоким уровнем ЛТ. Для комплексной оценки уровня и структуры ЛТ использовали интегративный тест тревожности, где оценивали эмоциональный дискомфорт, астенический компонент, фобический компонент, тревожную оценку перспектив и социальные реакции защиты. Биоэлектрическую активность головного мозга регистрировали, используя 128-ми канальную систему GES-300 (США) со шлемом GSN. Для анализа использовали 16 стандартных отведений, выбранных в соответствии с международной схемой «10-20». По всем диапазонам частот была рассчитана абсолютная спектральная мощность АСМ.

При сравнении АСМ ритмов ЭЭГ были выявлены более высокие значения у женщин с высоким уровнем ЛТ. Повышение дельта-активности зарегистрировано в передне-лобной области (Fp1, Fp2), а также в передних (Fp1, Fp2) лобных отведениях отмечены статистически значимые различия тета-диапазона. Высокие значения спектральной мощности дельта-диапазона могут выступать коррелятами повышенной тревожности. Повышение альфа-1 активности выражено у женщин первой группы в лобных, правой теменной и правой затылочной областях (Fp1, Fp2, P4, O2), в то время как альфа-2 активности – в передне-лобной области слева. При анализе ЭЭГ бета-1 диапазона выявлено, что в левой лобной области показатели АСМ статистически значимо выше у обследуемых женщин с высоким уровнем ЛТ. Зарегистрированы статистически значимо высокие показатели АСМ бета-2 диапазона в лобных областях. Полученные в ходе исследования данные подтверждают связь тревожности с активацией лобных долей головного мозга. Высокая мощность альфа-1 диапазона в правом полушарии обусловлена правосторонней активацией передне-средних отделов коры во время тревоги и показывает, что изменения ЭЭГ при тревожно-фобических состояниях служат проявлением отрицательных эмоциональных реакций.

*\*Исследование выполнено в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ на 2014–2016 гг., № 2025 Северному (Арктическому) федеральному университету имени М.В. Ломоносова.*

### **THE CHARACTERISTIC OF SPECTRAL POWER OF BRAIN BIOELECTRICAL ACTIVITY IN ELDERLY WOMEN WITH HIGH PERSONAL ANXIETY\***

**Dzhos Y.S., Deryabina I.N., Kereush Y.V., Bolshevidtseva I.L.**

Institute of biomedical researches of Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (NArFU),  
Arkhangelsk, Russia. [i.deryabina@narfu.ru](mailto:i.deryabina@narfu.ru)

Anxiety according to many researches is a harbinger of some mental and somatic diseases, that defines need of her diagnostics at early stages, before manifestation of the first symptoms of an illness. It is revealed that EEG parameters are good indicators of anxiety.

The 50 almost healthy women aged 60-75 years, with the high and normal personal anxiety (PA), who permanently resides in the North, took part in research. All women have been divided into two groups depending on anxiety level. The first group consists of 16 women with the low and average (normal) PA level, the second – 35 ones with the high PA level. The brain bioelectric activity was registered, using the 128-channel GES-300 system (the USA) with a GSN helmet. For the analysis the 16 leads according to the 10-20 international system were used. The absolute spectral power (ASP) was calculated for all EEG-ranges.

When comparing ASP of EEG rhythms, higher values in women with the high PA level have been revealed. Increase of delta-activity was registered in front-frontal area, and also in forward frontal leads the statistically significant differences in theta-range were noted. High ASP values in delta-range can be as correlates of the high anxiety. Increase of alfa-1 activity was expressed in women of the first group in frontal, right parietal and occipital areas, while alfa-2 activity – in front-frontal area on the left. In the EEG analysis of beta-1 range, it was noted significant high ASP values in the left frontal area at the women with the high PA level. Statistically significantly high ASP values of beta-2 range in frontal areas were registered. The data obtained during research confirm connection of anxiety with activation of frontal lobes. High ASP of alfa-1 range in the right hemisphere is caused dextral activation of front-average cortex regions during anxiety and shows that EEG-changes at anxious-phobic states are the reflection of negative emotional reactions.

\* This research was performed as part of the state task project in the field of scientific activities for the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for 2014-2016, № 2025 Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov.

## ВЛИЯНИЕ СИТУАЦИОННОЙ ТРЕВОЖНОСТИ НА НЕЛИНЕЙНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Димитриев Д. А., Саперова Е. В.

Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева, Чебоксары, Россия, [kafedra-anatomii@mail.ru](mailto:kafedra-anatomii@mail.ru)

Целью исследования явилось изучение влияния ситуационной тревожности на нелинейные показатели variability сердечного ритма. **Материал и методы.** В исследовании приняло участие девяносто шесть здоровых студентов в возрасте  $20,98 \pm 0,21$  лет. Для изучения особенностей регуляции деятельности сердца осуществлялась запись сердечного ритма с помощью программно-аппаратного комплекса «Нейрософт» согласно рекомендациям Европейской Ассоциации Кардиологии. Регистрация сердечного ритма проводилась в положении лежа в течение 5 минут в покое и в течение 5 минут непосредственно перед экзаменом. Нами были вычислены следующие нелинейные показатели variability ритма сердца: параметры детрендного флуктуационного анализа (DFA)  $\alpha 1$  и  $\alpha 2$ , сэмплированная энтропия (SampEn), параметры Пуанкаре (SD1, SD2, SD1/SD2), максимальная экспонента Ляпунова (LLE), корреляционная размерность (PD2) и комплексная корреляционная мера (CCM). Для оценки ситуационной тревожности использовался тест Спилбергера, переведенный на русский язык. Статистическая обработка проводилась с использованием программы «Statistica 7.0». **Результаты и обсуждение.** У большинства студентов (N = 90; 93,7%) произошло увеличение ситуационной тревожности перед экзаменом. Использование критерия Уилкоксона позволило обнаружить достоверное снижение показателей Пуанкаре, SampEn, LLE, PD2 и увеличение показателя  $\alpha 1$  перед экзаменом по сравнению с периодом относительного покоя. Применение анализа Пирсона показало наличие достоверных отрицательных корреляционных связей между динамикой состояния тревоги и SD1/SD2, а также SampEn. Была обнаружена выраженная отрицательная корреляционная связь между динамикой состояния тревоги и LLE ( $r = -0,45$ ,  $p < 0,05$ ). Достоверная положительная корреляционная связь выявлена между динамикой состояния тревоги и  $\alpha 1$  ( $r = 0,22$ ,  $p < 0,05$ ). Таким образом, проведенное исследование указывает на то, что состояние тревоги связано с изменениями нелинейных параметров variability сердечного ритма. Снижение variability сердечного ритма и увеличение фрактальных показателей в ситуации ожидания экзамена характерно не для всех студентов и зависит от изменения уровня ситуационной тревожности.

## THE EFFECTS OF STATE ANXIETY ON NONLINEAR HEART RATE VARIABILITY

Dimitriev D. A., Saperova E. V.

I. Y. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, Cheboksary, Russia, [kafedra-anatomii@mail.ru](mailto:kafedra-anatomii@mail.ru)

The purpose of the study was to investigate the possible application of nonlinear analysis of heart rate variability to the study of state anxiety. **Material and methods.** Ninety-six healthy students with a mean age of  $20.98 \pm 0.21$  years were enrolled in the study. ECG was recorded in the supine position for 5 min on two different days; the first recording was performed during the controlled resting condition (rest session), while the second one was conducted just before the university verbal examination (exam session). The following variables were used for non-linear analysis: DFA (with the scaling components  $\alpha 1$  and  $\alpha 2$ ), Sample Entropy (SampEn), the Poincaré plots (SD1, SD2, SD1/SD2), largest Lyapunov exponent (LLE), pointwise correlation dimension (PD2) and Complex Correlation measure (CCM). The Spielberger's State-Trait Anxiety Inventory (STAI), translated into Russian, used to assess state anxiety levels during the rest session and during the exam session. Statistical analysis was performed using Sign test. **Results and discussion.** Most participants (N = 90; 93.7%) showed an increase in state anxiety during the exam session. A Wilcoxon matched pairs test showed a significant decreasing of Poincaré plot measures, entropy, LLE, PD2 and increasing of the short-term fractal-like scaling exponent of detrended fluctuation analysis during the exam session, compared to the rest period. Applying Pearson analysis indicated significant negative correlations between the dynamics of state anxiety and SD1/SD2, and between changes in state anxiety and changes of entropy measures. There was a strong negative correlation between the dynamics of state anxiety and LLE ( $r = -0.45$ ,  $p < 0.05$ ). A significant positive correlation was found between the dynamics of state anxiety and the short-term fractal scaling exponent  $\alpha 1$  ( $r = 0.22$ ,  $p < 0.05$ ). This study shows that state anxiety is associated with alterations in the complexity of heart rate variability. Our results also suggest that the decrease in heart rate variability and the increase in the short-term fractal exponent are not uniform among all subjects, and that a prominent loss in the complexity of heart rate variability is associated with a qualitative change in state anxiety.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ НИЗКОДОЗОВОГО СИНЕГО ОСВЕЩЕНИЯ НА МИТОХОНДРИАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ

**Донцов А.Е.<sup>1</sup>, Воробьев И.А.<sup>2</sup>, Зак П.П.<sup>1</sup>, Погодина Л.С.<sup>2</sup>, Поташникова Д.М.<sup>2</sup>, Сержникова Н.Б.<sup>1,2</sup>, Трофимова Н.Н.<sup>1</sup>, Гурьева Т.С.<sup>3</sup>, Дадашева О.А.<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Биологический факультет Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия; <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки ГНЦ Институт медико-биологических проблем РАН; [pavelzak@mail.ru](mailto:pavelzak@mail.ru)

Исследовано действие низкодозового синего облучения (НСО) (450 нм, 0,001-1 Дж/см<sup>2</sup>, времена экспозиции 15 – 30 минут) живых клеток на их митохондриальную активность. Так, на свежeweыделенной ткани ретиального пигментного эпителия (РПЭ) японского перепела *Coturnix japonica*, а также на культуре клеток человеческих моноцитов THP1, показано, что такое облучение приводит к 30-50% повышению митохондриального мембранного потенциала (метод с потенциал-специфическим флуоресцентным красителем – TMRE), свидетельствующего о повышении уровня сопряженного митохондриального дыхания. Предполагаемым акцептором активирующего действия НСО на дыхание митохондрий является цитохром с оксидаза, имеющая максимум оптического поглощения в синей области спектра. В биохимических измерениях было также показано 70% повышение антиоксидантной активности клеток РПЭ японского перепела под действием НСО (метод тушения хемилюминесценции люминола). При этом, электронно-микроскопические морфометрические измерения показали 15-30% увеличение численности митохондрий в клетках РПЭ японского перепела в результате НСО глаз животных в условиях *in vivo*. Исследование проведено с целью оценки возможных перспектив по использованию НСО в терапевтических целях в офтальмологической практике.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 15-29-03865.*

## THE STUDYING OF LOW LIGHT ILLUMINATION TO MITOCHONDRIAL ACTIVITY

**Dontsov A. E.<sup>1</sup>, Vorobyev I. A.<sup>2</sup>, Zak P. P.<sup>1</sup>, Poodina L. S.<sup>2</sup>, Potashnikova D. M.<sup>2</sup>, Serezhnikova N. B.<sup>1,2</sup>, Trofimova N. N.<sup>1</sup>, Gurieva T. S.<sup>3</sup>, Dadasheva O. A.<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>State budgetary Emanuel Institute of Biochemical physics RAS, Moscow, Russia, Moscow, Russia; [pavelzak@mail.ru](mailto:pavelzak@mail.ru); <sup>2</sup>Biological faculty of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; <sup>3</sup>State scientific center Institute for Bio-Medical Problems of RAS, Moscow, Russia

To was investigated the effect of low-dose blue light irradiation of (LBI) (450 nm, of 0.001-1 J/cm<sup>2</sup>, 15 – 30 min time exposition) of living cells to their mitochondrial activity. Thus, freshly isolated of retinal pigment epithelium (RPE) tissue of the Japanese quail *Coturnix japonica*, as well as on the culture of cells human monocytes THP1, it is shown that LBI leads to a 30-50% increase of mitochondrial membrane potential (method with voltage-dependence fluorescent dye TMRE), evidencing the increased level of coupling mitochondrial respiration. The alleged acceptor of the activating action of LBI to mitochondrial respiration is cytochrome C oxidase, which has high optical absorption in the blue field. In the biochemical measurements also showed a 70% increase of antioxidant activity (method of suppression of luminol chemiluminescence) in RPE cells of Japanese quails under the influence of LBI. By electron microscopic measurements it was shown that *in vivo* LBI of Japanese quail eyes lead to 15-30% increasing of mitochondria number in the their RPE cells. The study was carry out to assess possible perspectives on the use of LBI for therapeutic purposes in ophthalmic practice.

*The study is executed at financial support of RFBR, project № 15-29-03865.*

## ЗНАЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ ЛИЧНОСТИ

**Дорджиева Д.Б., Карлова С.В., Пантина Е.Е.**

ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет», Элиста, Россия; [vegenia85@mail.ru](mailto:vegenia85@mail.ru)

Успешность учебной или профессиональной деятельности человека обеспечивается его базовыми психофизиологическими свойствами. Одной из важнейших задач современной психофизиологии является определение показателей психофизиологического статуса.

Проведенные нами исследования с помощью объективных и субъективных методов тестирования свойств личности и электрофизиологических методик регистрации электрической активности мозга человека выявили значение профиля функциональной межполушарной асимметрии (ФМА) мозга для определения особенностей взаимодействия регуляторных систем организма при психоэмоциональном напряжении и интеллектуальной деятельности.

Исследования выявили различия в активации мозговых полушарий у испытуемых с разным профилем ФМА мозга. Полученные результаты свидетельствуют о влиянии особенностей латерального статуса индивида на его психофизиологические характеристики и организацию мозговой активности. Эти особенности определяют характер межполушарного взаимодействия индивида при психоэмоциональной нагрузке и интеллектуальной деятельности и могут обеспечивать различия адаптивных возможностей у испытуемых. Результаты исследования свидетельствуют о прогностической значимости профиля ФМА мозга для оценки адаптивных свойств личности, прогнозирования качества деятельности при стрессирующих воздействиях в процессе интеллектуальной деятельности.

## VALUE OF DEFINITION OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS FOR THE PREDICTIVE ASSESSMENT OF ADAPTIVE PROPERTIES OF THE PERSONALITY

**Dordzhiyeva D.B., Karlova S.V., Pantina E.E.**  
The Kalmyk state university, Elista, Russia; [vegenia85@mail.ru](mailto:vegenia85@mail.ru)

The success of educational or professional activity of the person is provided with its basic psychophysiological properties. One of the most important problems of modern psychophysiology is definition of indicators of the psychophysiological status.

The researches conducted by us by means of objective and subjective methods of testing of properties of the personality and electrophysiological techniques of registration of electric activity of a brain of the person have revealed value of a profile of the functional hemispheric asymmetry (FMA) of a brain for determination of features of interaction of regulatory systems of an organism at a psychoemotional pressure and intellectual activity.

Researches have revealed distinctions in activation of brain hemispheres at examinees with the brain FMA different profile. The received results demonstrate influence of features of the lateral status of the individual on his psychophysiological characteristics and the organization of brain activity. These features define nature of hemispheric interaction of the individual at psychoemotional loading and intellectual activity and can provide distinctions of adaptive opportunities at examinees. Results of research testify to the predictive importance of the FMA profile of a brain for an assessment of adaptive properties of the personality, forecasting of quality of activity at the stressful influences in the course of intellectual activity.

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА СТАТОКИНЕЗИГРАММЫ В ОЦЕНКЕ ПОСТУРАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЧЕЛОВЕКА (ДИНАМИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЗЫ)

**Доценко В.И.<sup>1,2,3</sup>, Усачёв В.И.<sup>2</sup>, Скедина М.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Общество с ограниченной ответственностью Научно-медицинская фирма «Статокин», Москва, Россия; <sup>3</sup>Общество с ограниченной ответственностью «Национальная школа здоровья», Москва, Россия; [statokyn@aha.ru](mailto:statokyn@aha.ru)

Интегральный показатель векторного анализа статокинезиграммы (СКГ) «Качество функции равновесия» (КФР) не учитывает угловую скорость перемещения центра давления (ЦД) человека, а также не отражает динамику процесса поддержания равновесия тела. Поэтому в качестве Фактора Динамической Стабилизации (ФДС) была предложена площадь сектора, «заметаемая» последующим вектором СКГ относительно направления предыдущего вектора. Размерность ФДС (мм/с)<sup>2</sup>×радиан/с. Уместная в данном случае аналогия – площадь сектора на лобовом стекле автомобиля, очищаемая постоянно движущейся щёткой. Впервые в истории мировой стабилometrics в едином показателе учитываются характеристики одновременно происходящего и **линейного**, и **углового смещения** ЦД человека, т.е. колебательное движение по стабилизации вертикальной позы оценивается в своём естестве без искусственного расчленения на компоненты, невозможные друг без друга!

Идея подобного расчёта принадлежит великому немецкому астроному Иоганну Кеплеру, который доказал следующее: когда планеты перемещаются по эллипсовидной траектории, то площадь, которую «заметает» их радиус в единицу времени, одинакова. В отличие от закона Кеплера, динамическая стабилизация вертикального положения тела проявляется в стохастическом изменении ФДС вследствие постоянного противодействия процессов, дестабилизирующих и стабилизирующих равновесие тела человека.

Параметром интегральной оценки линейного и углового перемещения ЦД в динамике выступает ФДС. Дисперсия значений этого показателя отражает интегральную характеристику динамической стабилизации вертикального положения тела. По динамике ФДС можно судить об эффективности любого вида лечения, о степени тренированности спортсменов.

Чувствительность к различным воздействиям на организм человека этих новых показателей векторного анализа СКГ подтверждается одним из клинических наблюдений двухнедельного курсового остеопатического лечения. Фоновое значение ФДС<sub>1</sub> составило 10747,68, после первого сеанса лечения ФДС<sub>2</sub> вырос до 59877,02 (закономерное ухудшение состояния ранее сбалансированной системы постуральной регуляции); F<sub>2-1</sub> данной пары – 5,57 при P < 0,001. Через 7 дней лечения – значительная гармонизация постуральной регуляции с падением ФДС<sub>3</sub> – 5167,60; F<sub>3-1</sub> – 0,48 при P < 0,001, а в паре F<sub>2-3</sub> – 11,59 при P < 0,001. По завершении лечения (14 сеансов) отмечено дальнейшее закрепление гармоничности регуляции позы с продолжившимся уменьшением ФДС<sub>4</sub> – 4697,04; F<sub>4-1</sub> – 0,44 при P < 0,05.

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИНАТАЛЬНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ МОЗГА ПРИ ИШЕМИИ-ГИПОКСИИ

**Дробышевский А.**  
Университет Чикаго, Чикаго, США

## MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF PERINATAL HYPOXIC ISCHEMIC BRAIN INJURY

**Drobyshevsky A.**  
University of Chicago, Chicago, USA; [oldrobys@gmail.com](mailto:oldrobys@gmail.com)

Incidence of cerebral palsy and other neurodevelopmental disorders, including memory and learning disorders, has not decreased in the last decades despite large advances in neonatal care. Perinatal hypoxia-ischemia (H-I) is recognized as one of the leading cause of the disease. We have developed a rabbit model of antenatal H-I, that resulted in motor and sensory deficits in newborns, closely mimicking human cerebral palsy. The

report is discussing MRI biomarkers, that we developed to identify fetuses that are predisposed to develop motor deficits postnatally.

Second, MRI biomarkers of gray and white matter injury after antenatal H-I are presented. Application of diffusion weighted MRI is discussed to assess perinatal brain injury in human newborns.

### **ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММА В ОЦЕНКЕ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА В РАЗЛИЧНЫХ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ**

**Дунина Н.Е., Кижеватова Е.А., Михальчич И.О., Омельченко В.П.**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ростов-на-Дону, Россия; nell16.12@yandex.ru

Доказано, что функциональная асимметрия в деятельности органов человеческого организма является одним из важных проявлений физиологической нормы, что в полной мере можно сказать и о работе головного мозга. Известно также, что на эффективность умственной деятельности оказывает существенное влияние эмоциональное состояние человека. Поэтому возникла задача проверить связь эмоционального состояния и когнитивных функций головного мозга.

Для решения поставленной проблемы была проведена запись электроэнцефалограмм (ЭЭГ) 16 студентов 1 курса РостГМУ. Запись проводилась на базе кафедры медицинской и биологической физики при помощи установки «Энцефалан-131-03» (производство ООО НПКФ «Медиком-МТД», г. Таганрог, Россия). Во время съема ЭЭГ испытуемые решали математические задачи в изменяющихся эмоционально-окрашенных условиях внешней среды, а именно:

- Спокойные условия, решение происходило при полной тишине;
- Раздражающий фактор, во время решения студент прослушивал нелюбимые композиции;
- Благоприятный фактор, студент прослушивал любимые композиции при решении задач.

При этом оценивались скорость и качество решения задач.

Для анализа темперамента личности использовали тест А. Белова, а для определения эмоционального состояния – тест на по К. Изарду. Впоследствии выбранные отрезки ЭЭГ обрабатывались в среде MatLab с применением спектрального и кросскорреляционного анализа.

В результате отмечено увеличение продуктивности решения математических задач при положительном эмоциональном воздействии: в среднем было верно решено 6 из 8 задач за 3 минуты (против 4 задач за 4 минуты в спокойном состоянии и 3 за 3,5 минуты при негативно окрашенном эмоциональном воздействии). При спектральном анализе выявлена существенная межполушарная асимметрия по  $\beta$ -ритму (13-24 Гц) – в правом полушарии он оказался значительно менее выраженным. Полученные при кросскорреляционном анализе коэффициенты корреляции соответствующих отведений разных полушарий от 0,1 до 0,3 по свидетельствуют о малой взаимосвязи полушарий при решении математических задач.

### **ELECTROENCEPHALOGRAM IN THE EVALUATION OF COGNITIVE FUNCTIONS OF BRAIN IN VARIOUS EMOTIONAL STATES**

**Dunina N.E., Kizhevatova E.A., Mihalchich I.O., Omelchenko V.P.**

State budgetary educational institution of higher professional education "Rostov state medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation, Rostov-on-don, Russia; nell16.12@yandex.ru

It is proved that functional asymmetry in the activities of the organs of the human body is one of the important manifestations of the physiological norm, which can be said of the brain. It is also known that the efficiency of mental activity has a significant influence of emotional state of a person. So the challenge was to check the relationship of emotional state and cognitive functions of the brain.

To solve this problem was carried out recording of electroencephalograms (EEG) 16 students of 1st study year of Rostov state medical University. The recording was carried out at the Department of medical and biological physics with the help of "Encephalan-131-03" (production of Medicom MTD Ltd, Taganrog, Russia). During the recording of the EEG students solved math tests in a changing emotional conditions, namely:

- Calm conditions, the solution was in complete silence;
- Irritant, while solving the student listened unloved musical composition;
- Favorable factor, the student listened to your favorite song when he or she are solving tests.

This was estimated the speed and quality of solving tests.

For analysis of the temperament was used A. Belov test. To determine the emotional status was used the test K. Izard. Subsequently, the selected EEG segments were processed in MatLab with the use of spectral and cross-correlation analysis.

The result is a marked increase in the productivity of solving math tests with a positive emotional impact: on average, correctly solved 6 of 8 tests in 3 minutes (against 4 objectives in 4 minutes in a calm state and 3 for 3.5 minutes during negative emotional impact). When spectral analysis revealed a significant hemispheric asymmetry  $\beta$ -rhythm (13-24 Hz) in the right hemisphere it was much less pronounced. Obtained by cross-correlation analysis the correlation coefficients of the respective leads on the different hemispheres from 0,1 to 0,3 indicate small by the relationship of the hemispheres when solving mathematical tests.

## МОДЕЛЬ МУЗЫКАЛЬНОГО ЛАДА НА ОСНОВЕ СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ХОПФИЛДА

Евин И.А., Кобляков А.А.

Московская консерватория им. П.И. Чайковского, Москва, Россия

Предложено объяснение структуры музыкального лада как совокупности устойчивых и неустойчивых ступеней. Как известно, потенциальная функция нейронной сети представляет собой набор минимумов и максимумов, где каждому минимуму соответствует определенный хранящийся в памяти образ-прототип. Распознавание нового образа такой нейронной сетью описывается как тяготение этого образа к ближайшему минимуму, то есть к образу, с которым у него имеется наибольшее сходство.

Если воспользоваться этой моделью ассоциативной памяти (распознавания образов), то естественно устойчивые ступени музыкального лада соотнести с минимумами соответствующей потенциальной функции (образами-стереотипами), а максимумам этой функции будут соответствовать неустойчивые ступени лада, которые будут тяготеть к ближайшему минимуму. В таком случае потенциальную функцию, например, "МАЖОРНЫЙ ЛАД" (ноты до-ми-соль имеют мажорное звучание) мы можем изобразить в виде потенциальной функции с чередующимися максимумами и минимумами и понятие "тяготение" одного звука к другому в мелодии приобретают простой физический смысл, например, как скатывание тяжелого шарика из первого максимума в первый минимум (тонику).

Тоника (I ступень лада) является главным опорным звуком и потому наиболее устойчива, а второй и третий по счету слева направо минимумы (III и V ступени) менее устойчивы.

Тяжелый шарик, находящийся в первом, втором, третьем и четвертом максимумах потенциальной функции (II, IV, VI и VII ступени лада) находится в неустойчивом положении, что соответствует неустойчивым ступеням лада. При этом ступени II и IV являются неоднозначными, то есть шарик может скатиться в одно из двух устойчивых состояний: в минимумы слева и справа. Такая неоднозначность есть следствие сложной, обертоновой организации каждого музыкального звука.

## ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ TRP ИОННЫХ КАНАЛОВ В ОРГАНЕ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ – СЕЛЕЗЕНКЕ, У НОРМО- И ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ КРЫС

Евтушенко А.А., Воронова И.П., Козырева Т.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины», Новосибирск, Россия; [a.a.tuzhikova@physiol.ru](mailto:a.a.tuzhikova@physiol.ru)

Показанные нами ранее различия в экспрессии генов TRP ионных каналов в гипоталамусе у нормо- и гипертензивных животных ставили вопрос – имеются ли особенности в экспрессии генов этих каналов в периферических висцеральных органах при артериальной гипертензии.

Внимание к органу иммунной системы – селезенке, обусловлено несколькими причинами. Во-первых, появилось большое количество работ, посвященных роли иммунной системы в развитии и прогрессировании гипертонической болезни. Во-вторых, существуют данные, что TRP ионные каналы обнаружены на иммунных клетках и могут выполнять важную роль в иммунной системе. К тому же, данные о представительстве термочувствительных TRP ионных каналов в селезенке далеко не полны и противоречивы. Таким образом, в задачу настоящего исследования входило оценить влияние гипертензивного состояния на экспрессию генов термочувствительных TRP ионных каналов в периферическом органе иммунной системы – селезенке, у нормотензивных и гипертензивных животных.

Наши исследования показали, что в селезенке экспрессируются гены как теплочувствительных, так и холодочувствительных TRP ионных каналов. Для генов теплочувствительных TRP каналов – TRPV1, TRPV2, TRPV3 и TRPV4 различий в экспрессии генов между нормо- и гипертензивными животными обнаружено не было. Различия обнаружены для генов холодочувствительных ионных каналов TRPA1 и TRPM8. Уровень мРНК *Trpa1* у гипертензивной линии НИСАГ более чем в полтора раза ниже, чем у нормотензивной линии WAG, а уровень мРНК гена *Trpm8* у гипертензивных животных, по-видимому, настолько мал, что не представляется возможным оценить степень его экспрессии. Известно, что у гипертензивных животных наблюдаются изменения показателей иммунного ответа при температурных воздействиях на организм. Обнаруженное нами значительное снижение экспрессии генов холодочувствительных ионных каналов TRPM8 и TRPA1 в селезенке гипертензивных животных дает основание полагать, что эти ионные каналы могут быть вовлечены в их измененный иммунный ответ.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 14-04-00700.*

## GENE EXPRESSION OF THERMOSENSITIVE TRP ION CHANNELS IN THE IMMUNE ORGAN – SPLEEN OF NORMOTENSIVE AND HYPERTENSIVE RATS

Evtushenko A.A., Voronova I.P., Kozyreva T.V.

Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Physiology and Basic Medicine», Novosibirsk, Russia, [a.a.tuzhikova@physiol.ru](mailto:a.a.tuzhikova@physiol.ru)

Earlier, we showed the differences in gene expression of TRP ion channels in the hypothalamus of the norm- and hypertensive animals. This fact raised the question – whether there are peculiarities in the gene expression of these channels in the peripheral visceral organs in arterial hypertension.

Attention to the organ of the immune system – the spleen, due to several reasons. Firstly, there are a large number of studies on the role of the immune system in the development and progression of arterial hypertension. Secondly, there is evidence that TRP ion channels found on immune cells and may play an important role in the immune system. In addition, data on the representation of thermosensitive TRP ion channels in the spleen is not complete and controversial. The aim of our work was the assess the impact of the hypertensive state on the genes expression thermosensitive TRP ion channels in the peripheral organs of the immune system – the spleen, in normotensive and hypertensive animals.

It was found that genes of the warm sensitive and the cold sensitive TRP ion channels were expressed in



spleen. For the warm sensitive TRP ion channels – TRPV1, TRPV2, TRPV3 и TRPV4 gene expression, it was not found a difference between hypertensive and normotensive animals. Differences between norm- and hypertensive animals were found in the expression of the *Trpm8* and *Trpa1* genes. The level of *Trpa1* mRNA it was more than half times lower in hypertensive rats in comparison with normotensive animals. The level of *Trpm8* mRNA in hypertensive animals, apparently, is so small that it is not possible to evaluate the degree of its expression. It is known that in hypertensive animals observed changes of immune response at temperature influences on the body. That we found a significant decrease in the expression of genes cold sensitive TRP ion channels TRPM8 and TRPA1 in spleen of hypertensive animals gives reason to believe that these ion channels may be involved in their altered immune response. *Work is supported by the RFBR (grant № 14-04-00700)*

### **РОЛЬ ГЕНА В-КАТЕИНА (CTNNB1) В ФОРМИРОВАНИИ ВЫСОКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТРЕВОЖНОСТИ. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И СРЕДОВЫЕ АСПЕКТЫ**

**Еникеева Р.Ф.<sup>1</sup>, Казанцева А.В.<sup>2</sup>, Такиева Р.Д.<sup>1</sup>, Хуснутдинова Э.К.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУП «Башкирский государственный университет», Россия, Уфа. <sup>2</sup>ФГБУН Институт биохимии и генетики УНЦ РАН, Россия, Уфа; [kanzafarova.renata@yandex.ru](mailto:kanzafarova.renata@yandex.ru)

В настоящее время математика становится все более важной в современном высокотехнологическом обществе, даже повседневная жизнь требует от человека хороших математических знаний, которые, в свою очередь, являются основой любой инновационной научной деятельности. Такие трудности могут возникнуть в результате ряда факторов, одним из которых является математическая тревожность (МТ) – состояние, при котором индивиды испытывают отрицательные эмоции (избегание, тревожность, стресс) и даже болезненные ощущения при необходимости решения задач, требующих использование математических навыков. Согласно литературным данным повышенная МТ встречается у 4% студентов высшей школы. Белок, кодируемый геном бета-катеина (*CTNNB1*) вовлечен в регуляцию синаптической пластичности, являющейся одним из механизмов формирования рабочей памяти, а значит, способности справиться со стрессовой ситуацией.

Цель данной работы заключается в оценке роли полиморфных вариантов гена бета-катеина *CTNNB1* (*rs3864004*) на уровне основного эффекта гена и ген-средового взаимодействия в формировании МТ.

В исследовании приняли участие 520 психически здоровых индивидов (русских, татар, башкир, удмуртов) (75% женщин) – студентов ВУЗов г.Уфы (ср.возраст 20,3±3,87 лет), не имеющих по результатам опроса наследственной отягощенности по психическим заболеваниям, прошедшие оценку уровня МТ с помощью опросника MARS-E. Генотипирование проводили с помощью ПЦР-ПДРФ. Статистический анализ был осуществлен с использованием программы Plink v.1.07.

В результате линейного регрессионного анализа были обнаружены модели ген-средовых взаимодействий, которые ассоциированы с различиями в МТ. В частности, лица с порядком рождения 2 ( $P=0,045$ ) при наличии у них генотипа *rs3864004*\*G/G демонстрируют сниженный уровень МТ. Полученные данные свидетельствуют о том, что средовые факторы модулируют связь гена бета-катеина (*CTNNB1*) с уровнем МТ. *Данная работа поддержана грантом РФФИ 15-16-02007 а (р)*.

### **THE ROLE OF GENE BETA-CATENIN (CTNNB1) IN THE DEVELOPMENT OF HIGH MATHEMATICAL ANXIETY VARIATIONS IN GXE CONTEXT**

**R.F. Enikeeva<sup>1</sup>, A.V. Kazantseva<sup>2</sup>, R.D.Takieva<sup>1</sup>, E.K. Khusnutdinova<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Bashkir State University, Department of Genetics and Molecular Medicine Ufa, Russian Federation; <sup>2</sup>Institute of Biochemistry and Genetics, Human Molecular Genetics Department. Ufa Scientific Centre of RAS, Ufa, Russian Federation; [kanzafarova.renata@yandex.ru](mailto:kanzafarova.renata@yandex.ru)

Basic numerical and mathematical skills have been shown to be crucial predictors of an individual's life success. Impairments in mathematical skills might be caused by several factors. Mathematics anxiety (MA) is a condition in which individuals experience negative affect when engaging in tasks demanding numerical and mathematical skills. For people with math anxiety, opening a math textbook or even entering a math classroom can trigger a negative emotional response, but it does not stop there. Math anxiety seems to be a very prevalent phenomenon approaching, for example, 4% of high school students. The proteins encoded by gene beta-catenin, involved in the regulation of synaptic plasticity, which is one of the mechanisms of working memory, which means that the ability to cope with stressful situations.

The aim of this study is to examine the role of *CTNNB1* (*rs3864004*) polymorphisms contributing to the development of MA.

The study involved 520 healthy individuals of Russian, Tatar, Bashkir, Udmurt populations from Russia (75% women) (mean age 20,3 ± 3,87 years). According to the survey, without family history of Mental Disorders, MA level was measured questionnaire the Mathematics Anxiety Rating Scale- Elementary Form (MARS-E). SNPs genotyping was performed via PCR-RFLP. Statistical analysis was conducted with Plink v.1.07.

Linear regression analysis revealed GxE models determining level of MA. Linear regression analysis revealed GxE models determining differences in MA. The association of *CNTNAP2* *rs2530310*\*G/G-genotype and lower MA was observed in individuals, who were the second children in the family ( $P=0.045$ ). These findings suggest that environmental factors modulate the association of *CTNNB1* gene with level of anxiety.

*This study was supported by Russian Foundation for Humanities 15-16-02007a(r).*

## ГОМЕОСТАЗ И ЭВОЛЮЦИЯ COMPLEXITY – ОСНОВА РЕАЛЬНОГО ПОДХОДА В НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Еськов В.М.<sup>1</sup>, Зинченко Ю.П.<sup>2</sup>, Филатова О.Е.<sup>1</sup>, Хадарцев А.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Сургутский государственный университет, Институт естественных и технических наук, кафедра биофизики и нейрокибернетики. Россия, 628400, Сургут, пр. Ленина, д. 1.

<sup>2</sup> МГУ имени М. В. Ломоносова. 119991, Российская Федерация, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ имени М. В. Ломоносова

<sup>3</sup> Тульский государственный университет, Медицинский институт. Россия, 300028, Тула, Болдина, 128

Более 150 лет происходит изучение и развитие понятия гомеостаза, однако только в 21-м веке мы вплотную подошли к расшифровке этого понятия как состояния биосистемы и процесса. Показывается, что традиционные представления в рамках детерминизма (функциональный анализ) или стохастики (когда возникает вероятностная неопределенность или определенность) не могут описывать гомеостазис У.Б. Кеннона (сам этот физиолог это понимал) и его последователей. В рамках новой *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) показывается резкая граница между детерминизмом, стохастикой (и детерминированным хаосом) и *системами третьего типа* (СТТ), которые обладают 5-ю особыми свойствами (принципами самоорганизации) и которые можно описывать в рамках понятий квазиаттракторов. Кинематика движения квазиаттракторов в фазовых пространствах состояний вводит понятие скорости эволюции сложных биосистем – *complexity*, которое отлично от определения Пригожина–Гленсдорфа.

Одновременно вводятся понятия неопределенностей 1-го и 2-го типа и аналог принципа Гейзенберга для *complexity*. Неопределенность в терминологии обусловлена глобальной неопределенностью свойств и динамики поведения любых (сложных) биосистем – *complexity*, которые являются уникальными системами и по определению *I.R. Prigogine* не могут являться объектами современного *детерминистского или стохастического подходов* (ДСП). Сейчас мы уже и добавляем – и современной теории хаоса (в частности, детерминированного хаоса) в интерпретации Лоренца. Расширяя этот тезис о неопределенности и непредсказуемости гомеостатических систем, мы приходим к пересмотру таких фундаментальных понятий в естествознании как: «определенность–неопределенность» и «прогнозируемость–непрогнозируемость». Требуют расшифровки также понятия подобия, схожести, эквивалентности и равенства при описании динамики и стохастического описания сложных биосистем – *complexity*. В этой связи мы должны ввести и новые понятия относительности. Последнее касается относительности движения вектора состояния биосистемы (*complexity*) в *фазовом пространстве состояний* (ФПС), относительности определенности (или вероятностной неопределенности) значений вектора состояния (сложной) системы – ВСС в виде  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ , когда размываются границы движения ВСС в ФПС, когда движение может считаться покоем, а покой – реальным движением. Возникают другие понятия относительности движения ВСС в ФПС и возникают неопределенности 1-го и 2-го типов.

## HOMEOSTASIS AND THE EVOLUTION OF COMPLEXITY – THE REAL APPROACH IN NEUROPHYSIOLOGICAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL STUDIES

Eskov V.M.<sup>1</sup>, Zinchenko Y.P.<sup>2</sup>, Filatova O.E.<sup>1</sup>, Khadartsev A.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Surgut State University, Institute of natural and technical Sciences,

Department of Biophysics and neural Cybernetics. Russia. 628400. Surgut. Lenina. 1.

<sup>2</sup> Moscow state University named after M. V. Lomonosov. 119991, Russian Federation, Moscow, GSP-1, Leninskie Gorv. Moscow state University named after M. V. Lomonosov

<sup>3</sup> Tula state University, Medical Institute. Russia, 300028, Tula, Boldina, 128

For more than 150 year a term of homeostasis is being studied but only in XXI century we come close to interpret this definition as a state of biosystem and process. It is shown that traditional viewpoint within the framework of determinism (functional analysis) or stochastics (when stochastic uncertainty or certainty appear) can describe the concept of homeostasis by W.B. Cannon (he understood that) and his followers.

The new theory of chaos and self-organization shows a sharp boundary between determinism, stochastics (and deterministic chaos) and a third type of systems that have the 5 special properties (principles of self-organization) and can be described in terms of the concepts of quasi-attractors.

The kinematics of motion of quasi-attractors in phase spaces of states was showed. The concept of the speed of evolution of complex biological systems – complexity, which is different from the definition of Prigogine-Glansdorff, was introduced. At the same time the concept of uncertainty of 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> types and an analogue of Heisenberg complexity were introduced.

Uncertainty of definitions is connected with global uncertainty of property and dynamics of biosystem – complexity behavior. The complexity is unique systems and according to I.R. Prigogine is not objects of modern deterministic or stochastics approaches. Now we do the addition – modern theory of dynamic chaos according to Lorenz-Arnold. The thesis about uncertainty and unpredictability homeostatic systems, we must do the new observation of fundamental, basic definition in science: "certainty–uncertainty" and "predictable–unpredictable".

We must begin again the term of equal and in equal for such complex biosystems.

We create the new definition of stationary regime and it's moving (what about moving and moving of what?). It is new interpretation of moving in phase of state vector. With coordinate  $x_i$ , so  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ . For such dynamics we have new interpretation of HSV changing in phase space of state when moving is not absolute calm and absolute calm presents the real moving of HSV in space state? We construct new presentation of moving and absolute calm of HSV (we have inverse of the definitions) and the uncertainty of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> types.

## **МЕТОДИКА РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПСИХИЧЕСКОЙ СФЕРЕ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВИНИЛХЛОРИДА**

**Ещина И.М.**

Медицинский центр «Брида», Ангарск, Иркутская обл., Россия; irinastal@mail.ru

Разработка методов диагностики изменений в психической сфере (ПС) у пациентов с начальными проявлениями нейроинтоксикации при хроническом воздействии винилхлорида (ВХ), позволяющих проводить диагностику на уровне доклинических проявлений токсического поражения головного мозга профессионального генеза, является актуальной проблемой.

**Цель исследования** – выявить чёткие критериальные отличия изменений в ПС у стажированных работников с начальными проявлениями нейроинтоксикации при хроническом воздействии ВХ.

Обследовали 47 работающих в производстве винилхлорида. В контрольную группу были включены 37 условно здоровых мужчин репрезентативного возраста, не имеющих в профессиональном маршруте контакта с токсическими веществами. Оценка психологического статуса осуществлялась посредством комплекса тестов, оценивающих состояние долговременной памяти (тест «10 слов»), концентрации внимания и темпа психомоторной деятельности (корректирующая проба «Кольца Ландольта»), оптико-пространственного гнозиса (тест рисования часов), эмоционально-личностной сферы (шкалы реактивной (ситуативной) и личностной тревожности (по Спилбергеру-Ханину), депрессии (по В. Зунгу), астенического состояния (по Л.Д. Малковой). Скрининг невротической и психопатической симптоматики проводили с помощью методики «Уровень невротизации и психопатизации». Нейропсихологическое тестирование, включало оценку состояния интеллекта, памяти, праксиса, гнозиса и речи.

Обследование выявило оптимальное сочетание 2-х признаков (показатель личности и тревожности), которое позволяет судить о доклиническом поражении головного мозга и отождествлять формирование начальных признаков когнитивного дефицита с фактом длительного воздействия ВХ на организм работников с высокой степенью точности (80,9%).

В условиях неврологического отделения клиники у лиц, отобранных в группу риска, выявлена акцентация показателей категориального мышления: исключение 4-го лишнего в специальных рисуночных тестах, динамического праксиса, понятийного мышления: подбор противоположностей в пассивном плане, аналитико-синтетического мышления, что позволяет судить о специфике поражений головного мозга и отслеживать развитие начальных признаков нарушений в психической сфере с фактом длительного воздействия ВХ на организм работников с высокой степенью точности (86,5%).

## **METHODS OF EARLY DIAGNOSIS OF CHANGES MENTAL HEALTH IN CHRONIC EXPOSURE TO VINYL CHLORIDE**

**Eshina I.M.**

Medical Center "Brida", Angarsk, Irkutsk region, Russia; irinastal@mail.ru

Development of methods for diagnosis of changes in mental health (MH) in patients with initial manifestations neurointoxication in chronic exposure to vinyl chloride (VC), allowing to diagnose at the level of pre-clinical manifestations of toxic lesions professional genesis of the brain, is an urgent problem.

The purpose of research – to identify clear differences of criteria of changes in the MH have trained professionals with initial manifestations of chronic exposure neurointoxication VC.

A total of 47 employees in the production of vinyl chloride. The control group included 37 apparently healthy men representative of age who do not have a professional route of exposure to toxic substances. Assessment of psychological status on carried out through a set of tests that assess the state of long-term memory (the test "10 words"), concentration and rate of psychomotor activity (proofreading test "Rings Landolt"), opto-spatial gnosis (clock drawing test), emotional and personal scope (scale reactive (situational) and trait anxiety (Spielberger-Khanin), depression (by V. Zung), asthenic conditions (for LD Malkova). Screening of neurotic and psychopathic symptoms was performed using the technique "level nevropatizatsii and psihopatizatsii". Neuropsychological testing included assessment of intelligence, memory, praxis, gnosis and speech.

The survey revealed an optimal combination of 2 characters (indicator of personality and anxiety), which gives an indication of the pre-clinical brain damage and identify the formation of the initial signs of cognitive deficits with the fact that prolonged exposure to VC on the body of employees with a high degree of accuracy (80.9%).

In the context of Neurology Clinic at the persons selected at-risk group identified accentuation indicators categorical thinking: the exclusion of the 4th extra special drawing tests, dynamic movements, conceptual thinking: selection of opposites in passive terms, analytical and synthetic thinking, which gives an indication of specificity of brain lesions and to monitor the development of early signs of mental health problems with the fact that prolonged exposure to VC on the body of employees with a high degree of accuracy (86.5%).

## **ГЕРМАНИЙОРГАНИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРЕДОТВРАЩАЕТ ДИСФУНКЦИЮ МИТОХОНДРИЙ В УСЛОВИЯХ ОСТРОЙ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ**

**Жигачева И.В., Бурлакова Е.Б., Голощапов А.Н.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук, Москва, Россия, E.- mail: [zhigacheva@mail.ru](mailto:zhigacheva@mail.ru)

Внутрикомплексные трициклические соединения кремния и германия – соответственно силатраны и герматраны, как правило, обладают почти одинаковой биологической активностью (Воронков, Барышок, 2005), что, вероятно, обусловлено сходством элементов Si и Ge по атомному радиусу электроотрицательности. Однако герматраны, обладая той же или более высокой биологической активностью, являются менее токсичными, чем их кремневые аналоги (Воронков, Барышок, 2010). В отличие от силатранов, которые нашли широкое применение в медицине и сельском хозяйстве, герматранам, было уделено значительно меньше внимания. Тем не менее, на животных показано, что

герматраны – это препараты широкого спектра действия, обладающие иммунокорректирующими и биостимулирующими свойствами.

Мы предположили, что данные препараты могут обладать адаптогенной активностью. В связи этим сопоставили эффекты различных концентраций 1-(герматран-1-ил)-оксикарбонил-1-аминоэтана (герматран) на биоэнергетические характеристики митохондрий печени крыс. Показано, что введение  $10^{-5}$  -  $10^{-11}$  М препарата в среду инкубации митохондрий приводит к росту эффективности окислительного фосфорилирования и увеличению максимальных скоростей окисления НАД-зависимых субстратов. В этих же концентрациях герматран снижал интенсивность ПОЛ в мембранах митохондрий печени крыс до контрольных значений на модельной системе «старения» митохондрий. Изучение протекторных свойств препарата мы проводили на модели острой гипобарической гипоксии (ОГГ). Выбор данной модели обусловлен активацией перекисного окисления липидов (ПОЛ) и дисфункцией митохондрий в условиях ОГГ. ОГГ приводила к 1,5-3-кратному увеличению интенсивности флуоресценции продуктов ПОЛ в мембранах митохондрий печени крыс и снижению максимальных скоростей окисления НАД-зависимых субстратов. Введение крысам  $10^{-5}$  М герматрана за 45 минут до воздействия предотвращало изменения биоэнергетических характеристик митохондрий. При этом препарат препятствовал активации ПОЛ, что свидетельствовало о коррекции препаратом функциональных характеристик митохондрий.

### **ORGANOSILICON COMPOUND PREVENTS OF DYSFUNCTION MITOCHONDRIA IN CONDITION OF ACUTE HYPOBARIC HYPOXIA**

**Zhigacheva I.V., Burlakova E.B., Goloschapov A.N.**

Emanuel Institute of Biochemical Physics Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [zhigacheva@mail.ru](mailto:zhigacheva@mail.ru)

Tricyclic chelate compounds of silicon and germanium, respectively silatranes germatranes usually have nearly identical biological activity (Voronkov M.G., Baryshok V.P. 2005), probably due to the similarity of the elements Si and Ge regarding their atomic radius and electronegativity. However germatranes having the same or higher biological activity, are less toxic than their silicon counterparts (Voronkov M.G., Baryshok V.P. 2010). Unlike silatranes, which are widely used in medicine and agriculture, germatranes, has been paid much less attention. However, animal studies have shown the germatranes are drugs with a broad spectrum of biological activity with bio-stimulating and immune-modifying properties.

We have suggested that these drugs may have adaptogenic activity. In this regard, we compared the effects of various concentrations of 1- (germatran-1-yl) -oxycarbonil-1-aminoethane (germatrane) the bioenergetic characteristics of rat liver mitochondria. It has been shown that administration of  $10^{-5}$  -  $10^{-11}$  M of the drug into the incubation medium of leads to increased efficiency of oxidative phosphorylation and to an increase in the maximum rates of oxidation of NAD-dependent substrates. In these concentrations germatrane reduced the intensity of lipid peroxidation in membranes of rat liver mitochondria until control values in a model system of "aging" of the mitochondria.

The study of protective properties of the drug was carried out on the model of acute hypobaric hypoxia (АНН). The choice of this model is bind with activation of lipid peroxidation (LPO) and mitochondrial dysfunction in condition of АНН. АНН resulted in a 1.5-3-fold increase in fluorescence intensity of LPO products in membranes of rat liver mitochondria and reduction of the rates of oxidation of NAD-dependent substrates. Introduction  $10^{-5}$  M germatrane rats 45 minutes before exposure has prevented changes of bioenergetic characteristics of mitochondria. At the same time the drug has prevented the activation of lipid peroxidation, indicating correction of functional characteristics of mitochondria.

### **ИЕРАРХИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ОРГАНИЗАЦИИ СУБСИСТЕМ В ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПИТАНИЯ**

**Журавлев Б.В., Муртазина Е.П.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «НИИ нормальной физиологии им. П.К.Анохина», Москва, Россия, [b.zhuravlev@nphys.ru](mailto:b.zhuravlev@nphys.ru)

Согласно теории функциональных систем, принцип опережающего отражения действительности в живых системах лежит в основе всех приспособительных процессов, обеспечивающих выживаемость организмов. Учитывая данный принцип и наши экспериментальные исследования, предлагается модель, в которой процессы опережения реализуются через иерархически организованные подсистемы. Рассмотрим эту модель на примере функциональной системы питания. Обозначим клетку организма как «подсистему» нижнего уровня. В ней метаболизм постоянно обеспечивается внутриклеточным запасом – депо биохимических субстратов. Этот внутриклеточный запас пополняется за счет процессов мембранного транспорта питательных веществ из межклеточной жидкости и кровяного русла. Следовательно, содержащиеся в крови питательные вещества представляют собой для клеточного уровня следующим депо подсистемы 3го уровня, которое выполняет функцию опережающего механизма для обеспечения внутриклеточных процессов. В свою очередь постоянно депо в плазме крови обеспечивается «опережающими» процессами пищеварения в тонком кишечнике. Таким образом, питательные вещества в тонком кишечнике являются депо следующего уровня. Совокупность этих процессов переваривания и всасывания в кровь через стенки тонкого кишечника представляют собой более сложную подсистему, которая функционирует уже с участием периферической нервной системы. В свою очередь пища для процессов ее переваривания поступает из желудка, который выступает в роли депо для кишечника. Поступление пищи в желудок обеспечивается функциональной системой поведенческого уровня (ФУС) под управлением ЦНС: например приготовление и прием пищи. Эта наиболее сложная ФУС включает социальную и зоосоциальную деятельность, в частности, запасание пищи в следующих депо: например в дуплах деревьев или в норах у животных; в холодильнике и магазине у человека. И наконец, депонирование питательных веществ для сообществ людей обеспечивается по принципу опережения обширной социальной ФУС: производством сельхозпродукции, рыболовством и т.д. Таким образом,

изложенная на примере функциональной системы питания модель иерархической организации субсистем базируется на принципе опережающего отражения действительности и процессах депонирования питательных веществ. Мы считаем, что предложенная структура может быть использована при построении моделей других био-организменных и технических систем, а также для понимания многих нормальных и патофизиологических процессов в медицине.

### THE HIERARCHICAL PRINCIPLE OF THE SUBSYSTEMS ORGANIZATION IN THE FUNCTIONAL SYSTEM OF NUTRITION

**Zhuravlev B.V., Murtazina E.P.**

Research Institute of Normal Physiology, PK Anokhin; Moscow, Russian; [b.zhuravlev@nphys.ru](mailto:b.zhuravlev@nphys.ru)

According to the theory of functional systems, the principle of anticipatory reflection of reality in living systems is the basis of all the adaptive processes that ensure the survival of organisms. Taking into account this principle and our experimental investigations, a model is proposed in which processes of an advancing are realized through hierarchically organized subsystems. Consider this model on the example of the functional system of nutrition. Let's denote the cell of an organism as a "subsystem" of the lower level. Her metabolism is constantly supported at the expense of intracellular reserves – depot of bio-chemical substrates. This intracellular reserve is replenished by membrane processes transport of nutrients from the interstitial fluid and the bloodstream. Therefore, contained in the blood the nutrients are for cell's level are depot of the next level of subsystem, which performs the function of the advance mechanism to ensure intracellular processes. In turn, the constancy of the depot into the blood plasma is provided by "advanced" digestion in the small intestine. Thus, nutrients in the small intestine is the depot of the next level. The complex of these processes of digestion and absorption into the bloodstream through the walls of the small intestine represents a more complex subsystem, which is regulated with the participation of the peripheral nervous system. In turn, food for the processes of digestion comes from the stomach, which acts as a depot for the intestines. Admission to the food the stomach is provided a functional system of behavioral level (FS) under the control of the central nervous system: for example, cooking and eating. This is the most complex of FS, which includes zoo-social and social activities, in particular, a food storage in the following depots: e.g., tree holes or burrow in animals; in a refrigerators or in a grocery stores for the humans. Finally, the deposition of nutrients for the human communities is ensured of a broad social FS on the principle of advancing: agricultural production, fisheries, etc. Thus, the presented model by the example of a functional system of the nutrition is hierarchical organization of subsystems based on the principle of anticipatory reflection of reality and processes of deposit nutrients. We believe that the proposed structure can be used when building of the models for other bio-organismic and technical systems, as well as for the understanding of many normal and pathophysiological processes in medicine.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПИЛЕПТОГЕННОГО ФОКУСА С ПОМОЩЬЮ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ НЕЙРОТРАНСПЛАНТАЦИИ. ИЗУЧЕНИЕ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ СИНАПСОВ И СОСТОЯНИЯ ГАМК-ЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

**Журавлева З.Н.<sup>1</sup>, Хуцянь С.С.<sup>1,2</sup>, Журавлев Г.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино, Московская обл., Россия; [zhuravleva@iteb.ru](mailto:zhuravleva@iteb.ru)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биофизики РАН, Пущино, Московская обл., Россия.

Передняя камера глаза крыс давно применяется для изучения роста и дифференцировки различных тканей. Мы использовали трансплантаты септальной области мозга, развивающиеся в передней камере глаза, для изучения структурных механизмов эпилептогенеза. Интраокулярные трансплантаты развиваются и функционируют в полной изоляции от центральной нервной системы и некоторые из них проявляют патологическую эпилептиформную активность (A.G. Bragin). В данной работе внимание было направлено на изучение синаптических взаимодействий и на то, как синапсы могут структурно изменяться при инициации судорожных событий. Для этого было проведено морфометрическое изучение возбуждающих синаптических контактов. В свете современных данных о трехчастности синапса оценивали размеры не только пре- и постсинаптических компартментов, но и степень их окружения отростками астроцитов. Кроме того, иммунохимически было изучено состояние тормозной ГАМК-ергической системы.

Прежде чем проводить электронно-микроскопические исследования, трансплантаты тестировали на готовность (или нет) к развитию эпилептиформной активности с помощью короткой электрической стимуляции их поверхности. Сравнительный морфологический анализ трансплантатов с нормальной и эпилептиформной активностью не обнаружил различий в размере активных зон возбуждающих синапсов. В то же время было показано, что в эпи-трансплантатах окружение пресинаптического компартмента отростками астроцитов в 2 раза меньше, чем в контроле. Значительное снижение глиального окружения синапсов может ухудшать обратный захват возбуждающих медиаторов и усилить их диффузию в экстраклеточное пространство, что приводит к вовлечению больших групп нейронов в патологическую синхронизацию.

Иммуноцитохимическое исследование ГАМК-ергических нейронов показало, что их доля в интраокулярных трансплантатах была резко уменьшена (в среднем в 13 раз) по сравнению с нормой. Значительная редукция числа тормозных клеток, несомненно, также вносит вклад в гипертормозное возбуждение трансплантированной ткани.

Таким образом, наши результаты свидетельствуют о том, что интраокулярные нейротрансплантаты могут быть модельной клеточной системой для изучения механизмов эпилептогенеза.

## MODELING OF EPILEPTOGENIC FOCUS BY INTRAOCULAR NEUROTRANSPLANTATION. STUDY OF THE SYNAPTIC ULTRASTRUCTURE AND STATE OF GABA-ERGIC SYSTEM

Zhuravleva Z.N.<sup>1</sup>, Khutsian S.S.<sup>1,2</sup>, Zhuravlev G.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, RAS, Puschino, Russia, zhuravleva@iteb.ru

<sup>2</sup>Institute of Cell Biophysics, RAS, Puschino, Russia

The anterior eye chamber of rats has long been used to study of the growth and differentiation of a variety tissues. We used septal tissue grafts developing in the anterior eye chamber for investigation of the structural mechanisms of epileptogenesis. Intraocular grafts are developed and operated in complete isolation from the central nervous system and some of them exhibit pathological epileptiform activity (A.G. Bragin). In this work, our attention was directed to the investigation of synaptic interactions and how synapses may be structurally altered after the initial stages of seizures. For this purpose morphometric study of excitatory synapses was carried out. In the light of recent data on the tripartite synapse, the dimensions of not only the pre- and postsynaptic compartments, but also the degree of their environment by astrocytic processes, were estimated. Besides, the state of the inhibitory GABAergic system was studied in the intraocular grafts and normal brain tissue by immunochemical method.

Before electron microscopic investigations, the grafts were tested to willingness (or not) to development of the epileptiform activity by short electrical stimulation of the transplant surface. Comparative morphological analysis of the grafts with the normal and epileptiform activity showed that there were no differences between control and epileptiform tissue in average size of the excitatory active zones. At the same time, the proportion of presynaptic area occupied by the astrocytic processes in the grafts with epileptiform activity was two times lower than in those with normal activity. Significant decrease of the astrocytic glial envelopment of the synapses results in an impaired reuptake and more extensive diffusion of excitatory neurotransmitters into the extracellular space. It leads to an involving of many neurons in pathological synchronization.

Immunocytochemical investigation of the GABA-ergic neurons showed that their proportion of the total neuronal pool within the intraocular grafts was decreased (on average, 13 times) when compared with norm. Significant reduction of the number of inhibitory cells certainly contributes to the grafted tissue hyperexcitation.

Thus, our findings indicate that the intraocular grafts may serve as a cellular model system for the study of epileptogenic mechanisms.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 15-04-05463).*

## СПОСОБНОСТЬ К ОБУЧЕНИЮ КРЫС В РАДИАЛЬНОМ ЛАБИРИНТЕ ЗАВИСИТ ОТ УРОВНЯ ИМПУЛЬСИВНОСТИ

Зайченко М.И., Баженова Д.А., Шаркова А.В., Григорьян Г.А., Мержанова Г.Х.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия. mariya-zajchenko@yandex.ru

Участившиеся в последнее время случаи выявления синдрома дефицита внимания связанного с гиперактивностью (ADHD) у детей привлекают все больше внимания к этой проблеме. Такие дети часто имеют трудности в обучении. Импульсивность является одним из факторов, определяющих причины этого заболевания. В то же время существует мало работ, в которых бы напрямую бы исследовалось влияние уровня импульсивности на способность к обучению. Результаты такой работы могли бы поспособствовать совершенствованию методов обучения детей с синдромом ADHD.

В нашей работе мы исследовали на крысах влияние уровня импульсивности на обучение в радиальном лабиринте. Крыс, разделенных с помощью методики выбора ценности подкрепления на высоко и низкоимпульсивных, обучали находить пищевую приманку в восьмирукавном лабиринте. Подкрепляемые рукава отличались от неподкрепляемых фактурой поверхности пола. Пространственное положение подкрепляемых рукавов с каждым опытом менялось. Оценивалось время сбора всех приманок и количество ошибочных заходов. Высокоимпульсивные животные быстрее собирали корм в рукавах лабиринта, а также совершали меньше ошибок, связанных как с посещением неподкрепляемых рукавов, так и повторным посещением подкрепляемых рукавов (ошибки долговременной и рабочей памяти).

## LEARNING ABILITY OF RATS IN THE RADIAL MAZE DEPENDS ON THE IMPULSIVITY LEVEL

Zaichenko M.I., Bazhenova D.A., Sharkova A.V., Grigoryan G.A., Merzhanova G.Kh.

Institute of higher nervous activity and neurophysiology RAS. Moscow. Russia.

mariya-zajchenko@yandex.ru

Lately the increase in the number of identified cases of attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) in children pay attention to this problem all over the World. Such the children often have learning difficulties. Impulsivity is one of the important factors that determine the causes of this disease. At the same time, there is little date about the effect of the impulsivity level on the ability to learn. The results of this work could contribute to the improvement of methods of teaching the children with ADHD syndrome.

In our research we investigated the influence of impulsivity on learning in the 8-maze in rats. Rats divided using the methods of choosing the values of reinforcements in groups of high- and low-impulsive were taught to find food in the 8-maze. The arms with reinforcement were different from non-reinforced ones by surface texture. The spatial position of the reinforced arms varied in each experiment. The time of food collection and the number of false hits were estimated. High-impulsive animals quickly gathered food in the arms of the maze and made fewer mistakes related to non-reinforced visits and repeated reinforced arms visits (errors long-term and working memory).

## **МОБИЛЬНЫЙ ФЛИККЕР-ФОТОМЕТР ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОЙ ОЦЕНКИ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ЖЕЛТОГО ПЯТНА СЕТЧАТКИ**

**Зак П.П.<sup>1</sup>, Островский М.А.<sup>1</sup>, Ларичев А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия; [pavelzak@mail.ru](mailto:pavelzak@mail.ru); <sup>2</sup>Физический факультет Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Прижизненные измерения оптической плотности желтого пятна сетчатки являются практически значимой задачей для прогнозирования возможных ретинальных нарушений центрального зрения и при профессиональном отборе лиц с высоким уровнем зрительного различения ландшафтных объектов. Известно, что содержание оксикаротиноидов лютеин-зеаксантинового ряда, и соответственно оптическая плотность желтого пятна, во многом предопределяет устойчивость сетчатки к зрительным нарушениям, а также степень предельных индивидуальных возможностей в различении природных объектов на фоне ландшафта, в том числе по дальности их обнаружения. Одним из неинвазивных способов определения оптической плотности желтого пятна является т.н. гетерохромная фликкер-фотометрия. Метод фликкер-фотометрии основан на сочетании психофизиологических и приборных измерений. В первичных измерениях испытуемый самостоятельно повышает интенсивность светового стимула, ослабленного прохождением через желтое пятно, до субъективного выравнивания с яркостью неослабленного стимула. Далее, величина этой компенсационной световой добавки измеряется с помощью спектрофотометра и пересчитывается в единицы оптической плотности по известной формуле. Психофизиологический протокол световой стимуляции включает целый ряд необходимых дополнительных условий, таких как нейтрализация цветоразличительной способности глаза и компенсация окраски хрусталика глаза. Данный метод достаточно хорошо апробирован на соответствие результатам прямых фотометрических методов измерений глазного дна и успешно используется в Великобритании и США. До настоящего времени исследования с помощью гетерохромной фотометрии проводятся с помощью настольных приборов (MPOD: macular pigment optical density) с возможностью измерений исключительно в кабинетных условиях. В этой связи, в развитие данного способа измерений индивидуальной оптической плотности желтого пятна, авторами настоящей публикации ведется работа по созданию компактного мобильного светодиодного фликкер-фотометра, позволяющего проводить массовые выездные обследования. Прорабатываемая модель фликкер-фотометра включает оптический узел для фокусировки световых тестовых стимулов на макулярной области сетчатки и электронный узел по управлению временным и пространственным смешением точечных светодиодных стимулов, откалиброванным по энергетическим величинам. Размеры устройства и его масса сопоставимы с габаритами современных мобильных диагностических офтальмологических устройств, таких как ручные офтальмоскопы и др.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН «Фундаментальные исследования для разработки медицинских технологий».*

## **MOBILE FLICKER-PHOTOMETER FOR NON-INVASIVE ESTIMATION OF MACULAR OPTICAL DENSITY OF THE RETINA**

**Zak P.P.<sup>1</sup>, Ostrovsky M.A.<sup>1</sup>, Larichev V.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>State budgetary Emanuel Institute of Biochemical physics RAS, Moscow, Russia; [pavelzak@mail.ru](mailto:pavelzak@mail.ru); <sup>2</sup>Physical Department of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

In vivo measurement of the optical density of the yellow spot of the retina are practically important task to predict possible destructions of the central vision and for occupative selection of persons with high level of visual discrimination of landscape objects. It is known that the content of oxycarotenoids, lutein-zeaxanthin, and accordingly the optical density of yellow spots, largely determines the stability of the retina to the visual disturbances and the degree of limiting individual opportunities in the distinction between natural objects in the landscape, including the long distance of detection. One of the non-invasive methods for determining optical density of the yellow spots is the so-called heterochromic flicker photometry. The method of flicker photometry are based on a combination of psychophysiological and instrumentation measurements. In the primary measurements the subject himself increases the intensity of the light stimulus weakened by passing through the yellow spot, to a subjective alignment with the brightness of a non weakened stimulus. In the next step, the magnitude of this light compensation are the measured by the spectrometer and calculated to units of optical density by a known formula. Psycho-physiological light stimulation protocol includes of additional conditions, such as neutralization of the color discrimination ability of the eye and compensation of coloration of the lens of the eye. This technique is quite well tested in conformity with the results of the direct photometric measurements of the fundus and is used successfully in the UK and the USA. To date, studies using heterochrome photometry are performed with the help of desktop devices (MPOD: macular pigment optical density) with the ability to measure solely at indoor conditions. In this regard, in the development of this method of measuring individual optical density in the macula, the authors of this publication created compact mobile LED flicker-photometer, allowing to carry out wide-scale examinations. Working model of flicker-photometer includes an optical unit for focusing the light of the test stimulus on the retinal macular region and the electronic driver for temporal and spatial mixing of LED stimulus, which is calibrated in light energy units. The size of the device and its mass is comparable to the dimensions of modern mobile diagnostic ophthalmic devices such as handheld ophthalmoscopes.

## **СООТНОШЕНИЕ МИКРОГЛИАЛЬНЫХ ЦИТОФЕНОТИПОВ В ЧЕРНОЙ СУБСТАНЦИИ МОЗГА СТАРЫХ И МОЛОДЫХ КРЫС ПОСЛЕ ИНТРАНИГРАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ БЕЛКА АЛЬФА-СИНУКЛЕИНА**

**Заколюкина Е.С., Тукмачева К.А., Сергеев В.Г.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия; [alena-immun@yandex.ru](mailto:alena-immun@yandex.ru)

Сопоставление данных о сопряженности процессов нейродегенерации и нейровоспаления (ключевую роль в котором играют микроглиоциты) и свидетельств о том, что многие нейродегенеративные заболевания манифестируют в старости, позволяет предположить, что с возрастом в нервной ткани повышается активность микроглиоцитов, секретирующих факторы, которые повреждают нейроны. Для проверки этого предположения мы исследовали морфофункциональные характеристики микроглиоцитов у молодых (4 недели) и старых (32 недели) крыс в черной субстанции мозга после однократного стереотаксического унилатерального введения в эту область раствора белка альфа-синуклеина. Как известно, активация микроглии сопровождается значительным изменением ее морфологии, однако, до сих пор не было предложено унифицированной классификации микроглиальных цитофенотипов. Поэтому, на предварительном этапе исследования, мы разработали оригинальную морфологическую классификацию микроглиоцитов, представленную четырьмя (А, Б, С, Д) основными цитофенотипами.

Полученные данные показали, что у старых животных количество микроглиоцитов в черной субстанции в норме и после введения альфа-синуклеина достоверно превышало таковое у молодых, причем среди них доминировали клетки с С- («реактивным») и Д- («фагоцитирующим») цитофенотипом. Кроме того, только у старых крыс после введения альфа-синуклеина наблюдалось достоверное снижение количества нейронов ( $-44,3 \pm 12,4\%$ ). У молодых животных в нервной ткани преобладали клетки с цитофенотипом А, свойственные для «покоящейся» формы, а при введении альфа-синуклеина увеличивалась популяция микроглиоцитов с цитофенотипом Б. Поскольку у молодых крыс не наблюдалось нейродегенерации, можно предположить, что микроглиоциты с цитофенотипом Б выполняют нейропротективные функции, тогда как С- и Д- цитофенотипы оказывают на нейроны повреждающее действие. Таким образом, мы обнаружили, что в черной субстанции мозга старых животных повышается количество активированных микроглиоцитов с преимущественным доминированием цитофенотипа С, оказывающего на нейроны выраженный нейродегенеративный эффект. Полученные данные свидетельствуют о том, что возрастзависимые изменения соотношения микроглиальных цитофенотипов могут играть важную роль в развитии нейродегенерации.

## **MICROGLIAL CYTOPHENOTYPES RATIO IN THE SUBSTANTIA NIGRA OF YOUNG AND OLD RAT BRAINS AFTER INTRANIGRAL ALPHA-SYNUCLEIN ADMINISTRATION**

**Zakolyukina E.S., Tykmakeva K.A., Sergeev V.G.**

Udmurt State University, Izhevsk, Russia; [alena-immun@yandex.ru](mailto:alena-immun@yandex.ru)

The available data that there is an interface between neurodegeneration and neuroinflammation (in which microglia play a key role) and evidence that neurodegenerative diseases manifest in old age, suggest that microglia with ageing can damage the neurons. To test this hypothesis, we investigated the morphological and functional characteristics of microglia in young (4 weeks) and old (32 weeks) rats in the substantia nigra after a single unilateral administration of alpha-synuclein. It is known that the activation of microglia is accompanied by significant morphology transformation, however, it has not yet been described the unified classification of the microglial cytophenotypes. Therefore, at the preliminary phase of the study, we have developed an original morphological classification, represented by the main four (A, B, C, D) microglial cytophenotypes.

The data showed that the number of microglia in old animals in normal substantia nigra and after administration of alpha-synuclein was significantly larger than in young animals, and among them C- ("reactive") and D- ("phagocytic") cells were dominated. Furthermore, only in old rats with administration of alpha-synuclein there was significant decrease in the number of neurons ( $-44,3 \pm 12,4\%$ ). In young animals the introduction of alpha-synuclein increased population of B- microglia from A- cells. We assume that B- microglia is neuroprotective, whereas C- and D- cells have a damaging effect on the neurons. Thus, we found that there was increase in the number of activated C- microglia in the substantia nigra of old animals, rendering expressed neurodegenerative effect on the neurons. The findings suggest that age-related changes in microglial cytophenotypes can play an important role in the development of neurodegeneration.

## **ВЛИЯНИЕ ДЕСТРУКЦИИ ПРАВОГО СУПРАХИАЗМАТИЧЕСКОГО ЯДРА НА ЭЭГ СНА КРЫСЫ**

**Замощина Т.А.**

ГБОУ ВПО Сибирский государственный медицинский университет Минздрава РФ; ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия; [beladona2015@yandex.ru](mailto:beladona2015@yandex.ru)

Известно, что в организме млекопитающих контроль циркадных ритмов и наступление фаз сна осуществляется двумя осцилляторными системами – X и Y. Установлено, что Y-осцилляторную систему представляют супрахиазматические ядра переднего гипоталамуса (СХЯ) и они контролируют наступление медленной фазы (МС) сна. Полагают, что у крыс левое и правое СХЯ являются самостоятельными пейсмекерами, которые включаются при наступлении дневной фазы активности животных и ночной соответственно. Целью настоящего исследования явилось изучение значимости правого СХЯ в организации медленной фазы сна и его структуры у крыс.

Эксперименты выполнены на крысах самцах массой 250-300 г в весенний сезон. Электролитическое разрушение правого или левого СХЯ проводили под наркозом с помощью биполярных нихромовых электродов (10 мА, 5 с, со сменной полярности), стереотаксически ориентированных в мозге крысы согласно атласу (AP=0 L=2 H=8,2 угол 15°). ЭЭГ регистрацию стадий сна проводили непрерывно в течение



4 ч с 11 до 15 ч с помощью установки ЭЭГА–21/26 Энцефалан–131-03 через предварительно имплантированные электроды в сенсомоторную кору и дорзальный гиппокамп. При обработке ЭЭГ проводился визуальный, спектральный и корреляционный анализы с помощью стандартного программного приложения. После окончания экспериментов проводили морфологический контроль положения электродов в мозге. Статистическую значимость различий между параметрами сна в контрольной и опытных группах оценивали с помощью непараметрической статистики при  $P < 0,05$  (ANOVA).

Визуальный анализ ЭЭГ сна крыс показал, что при разрушении правого СХЯ наблюдалось уменьшение доли парадоксального сна и увеличение времени бодрствования, а деструкция левого СХЯ сопровождалась уменьшением латентного периода бодрствования, количества парадоксального сна, но увеличением продолжительности МС. Спектральный и корреляционный анализы ЭЭГ крыс продемонстрировал, что деструкция правого СХЯ сопровождалась изменением амплитудно-частотных характеристик ЭЭГ гиппокампа и коры только в фазу МС, а корреляционных и когерентных – в обе фазы. Так, только в фазу МС снижалась мощность  $\beta_1$  частот в ЭЭГ коры и гиппокампа и происходило смещение  $\alpha$ -ритма в коре в сторону более высоких частот, а в гиппокампе, наоборот, – в область более низких частот. Кроме того, в обе фазы наблюдалось понижение статистической и линейной функциональной зависимости между корой и гиппокампом.

### **EFFECT OF THE DESTRUCTION OF THE RIGHT SUPRACHIASMATIC NUCLEI IN THE ORGANIZATION OF THE EEG SLEEP OF RAT**

**Zamoshchina T.A.**

Siberian State Medical University; National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation;  
beladona2015@yandex.ru

It is known that in mammals X and Y oscillator systems are carried the control of circadian rhythms and sleep onset phase. It was found that the Y-oscillatory system is the suprachiasmatic nucleus of the anterior hypothalamus (SCN), and they control the onset of slow wave sleep. It is believed that in rats the left and right of the SCN are independent pacemakers, which are included at the onset of the daily animal activity phase and night respectively. The purpose of this study was to investigate the importance of the right SCN slow phase in the organization and structure of sleep in rats.

The experiments were performed on male rats weighing 250-300 g of the spring season. Electrolytic destruction right or left SCN were performed under anesthesia using a bipolar electrodes (10 mA, 5 seconds, with change polarity) stereotaxically oriented in rat brain according to the atlas (AP = 0; L = 2; H = 8,2; angle 15°). Registration of EEG sleep stages was continuously performed for 4 hours with 11 to 15 hours with an electroencephalograph-analyzer EEGA-21/26 Encephalan-131-03 through a previously implanted electrodes sensor motor cortex and dorsal hippocampus. The processing EEG was carried out by visual, spectral and correlation analysis using standard software applications. After the end of the experiments conducted morphological control electrode position in the brain. Statistical significance of differences between sleep parameters in the control and experimental groups was assessed using nonparametric statistics at  $P < 0,05$  (ANOVA).

Visual analysis of EEG sleep in rats showed that the destruction of the right SCN observed decrease in the proportion of REM sleep and an increase in waking hours and left destruction SCN accompanied by a decrease in the latent period of wakefulness, the amount of REM sleep, but increases the duration of slow wave sleep (SWS). Spectral and correlation analysis of EEG in rats demonstrated that the destruction of the right SCN was accompanied by a change in the amplitude-frequency characteristics of the EEG of the hippocampus and the cortex is only a phase of SWS, and the correlation and coherent – in both phases of sleep. Thus, only in the phase of capacity SWS  $\beta_1$  decreased EEG frequencies in the hippocampus and cortex and  $\alpha$ -shift occurred in the cortex rhythm towards higher frequencies and in the hippocampus vice versa – in the region of lower frequencies. Furthermore, in both phases, there was a decrease of statistical linear functional dependence between the cortex and the hippocampus.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕНСОМОТОРНЫХ РИТМОВ ЭЭГ ДОМИНАНТНОГО ПОЛУШАРИЯ В КОНСТРУИРОВАНИИ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНОГО ИНТЕРФЕЙСА**

**Захаров А.В., Антипов О.И., Пятин В.Ф., Колсанов А.В., Сергеева М.С., Коровина Е.С.**  
ГБОУ ВПО СамГМУ, ФГБОУ ВОП ПГУТИИ, Самара, Россия, [zakharov1977@mail.ru](mailto:zakharov1977@mail.ru)

Десинхронизация/синхронизация мю- и бета – ритмов ЭЭГ относят к эффективным паттернам управления в нейрокомпьютерных интерфейсах (НКИ). При этом актуальным является уменьшение количества отведений при регистрации сигналов мозга на ЭЭГ. Цель работы – исследование мю- и бета – ритмов ЭЭГ в доминантном левом полушарии человека при реальных и воображаемых движениях. В исследовании приняли участие 7 добровольцев-правшей в возрасте 18-19 лет. 17 электродов ЭЭГ были локализованы по системе 10-10 в проекциях моторных и соматосенсорных зон левого полушария. Регистрировались фоновая ЭЭГ, при реальном выполнении движений (5 сессий) и при воображении движений (5 сессий). Продолжительность одной сессии – 10 сек. Тестовые движения: сгибание пальцев правой руки; тыльное сгибание правой стопы. При реальных и воображаемых движениях выявлена сходная динамика изменений мощности мю- (11-13 Гц) и бета- (14-30 Гц) ритмов ЭЭГ в виде десинхронизации, сменяющейся на синхронизацию. Мощность мю-ритма уменьшалась на 80% относительно фона. Продолжительность десинхронизации мю-ритма составляла 4 сек. В течение последующих 2 сек мощность мю-ритма увеличивалась на 50% от предыдущего минимального значения. В бета-ритме ЭЭГ латентный период возникновения десинхронизации и последующей синхронизации был меньше по сравнению с мю-ритмом. Выявленная нами сходная динамика изменений мощности мю- и бета- ритмов ЭЭГ в условиях унилатеральной локализации электродов при реальных и воображаемых движениях может быть основой для детекции планирования движения кисти или стопы и использования подобного приема в НКИ.

### **ПОЛИСОМНОГРАФИЧЕСКИЕ МАРКЕТЫ СУБЪЕКТИВНОЙ ТЯЖЕСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНСОМНИИ**

**Захаров А.В., Хивинцева Е.В., Антипов О.И.**

ГБОУ ВПО СамГМУ, ФГБОУ ВОП ПГУТиИ, Самара, Россия, [zakharov1977@mail.ru](mailto:zakharov1977@mail.ru)

Инсомния – патологическое состояние, характеризующийся трудностью засыпания, поддержания сна, ранним пробуждением и неудовлетворенностью качеством ночного сна. Жалобы на бессонницу, предъявляемые пациентами, достаточно однообразны, но при этом механизмы формирования жалоб могут значительно различаться. Проведен анализ 60 пациентов с психофизиологической инсомнией различной степени тяжести. Создана линейная модель формирования психофизиологической инсомнии. Оценено влияние различных полисомнографических показателей на выраженности инсомнии. Можно выделить основные предикторы в виде латентности REM сна, относительного времени медленноволнового сна и количества спонтанных активаций ЭЭГ. Данные предикторы свидетельствуют о важности в организации ночного сна первого цикла сна, поскольку именно его нарушения приводят к удлинению латентности REM сна. При этом отсутствие влияния относительной длительности REM сна на тяжесть инсомнии говорит о сохранности представленности данной стадии сна и высокой устойчивости REM сна при психофизиологической инсомнии. Снижение относительного времени медленноволнового сна с вторичным увеличением времени поверхностных стадий сна свидетельствует о значимости этих стадий в формировании субъективного ощущения качества ночного сна.

Вклад спонтанной активации ЭЭГ в формирование психофизиологической инсомнии требует дальнейшего изучения, хотя именно в чрезмерной активности систем, формирующих данные ЭЭГ паттерны, возможно, лежат патогенетические механизмы возникновения психофизиологической инсомнии.

При формировании тяжести психофизиологической инсомнии наибольший вклад вносит латентность REM сна и длительность медленноволнового сна.

### **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ И РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНОСТИ**

**Звёздочкина Н.В., Антипов В.Н.**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия; [nataly\\_ksu@mail.ru](mailto:nataly_ksu@mail.ru)

В современной системе нейронаук, нейрообразование занимает не последнее место. Формируется система образования, которая опирается на закономерности и использование нейрокогнитивных механизмов приобретения новых знаний, обучения и памяти. Развиваются нейротехнологии расширенного восприятия, оптимизированного запоминания и усиления познавательных функций с применением элементов виртуальной реальности, что позволило бы активизировать ресурсы мозга. Важную роль в образовательном процессе занимает личностная креативность, генерирующая неординарные творческие идеи. Возникла необходимость воспитания и образования такой личности. Эти задачи могут быть реализованы в рамках креативной педагогики.

Ранее нами было показано, что многие молодые люди обладают способностью воспринимать любые плоскостные изображения (далее 2D-изображения) с трехмерными атрибутами – объемом и пространственной перспективой образов (далее 3D-феномен). Установлена возможность развития восприятия изображения с 3D-феноменом в результате тренинга стереоскопической глубины учебных стереограмм, 3D-растровых изображений. В образовательном проекте Казанского университета по инициализации и развитию творческого (креативного) мышления разрабатывается специальная программа для системы среднего и высшего образования [Минзарипов, 2009]. Основой проекта являются результаты поисково-инициативных исследований по развитию новой способности зрительного восприятия [пат.№2264299 RU.2005].

Технология обучения отрабатывалась в системе высшего образования с 2005 по 2014 годы. На первом этапе исследования разработана обобщенная модель тренинга-обучения. Далее, в след за отработкой методики развития креативности, предполагается построение нового теста на креативность с применением плоскостных изображений.

Полагаем, что новая методика технологии развития интуитивно-креативного мышления окажется эффективной, и может быть предложена как дополнительная услуга в обучении.

### **NEW TECHNOLOGIES IN LEARNING AND DEVELOPMENT OF CREATIVITY**

**Zwezdockhina N.W., Antipov V.N.**

Kazan (Volga) Federal University, Kazan, Russia; [nataly\\_ksu@mail.ru](mailto:nataly_ksu@mail.ru)

The modern Neurosciences system neuroobrazovanie is not the last place. A system of education that is based on the laws and the use of neurocognitive mechanisms of acquisition of new knowledge, learning and memory. Develop an expanded neuroscience of perception, memory, and optimized gain cognitive functions using elements of virtual reality, which would intensify the brain resources. An important role in the educational process takes personal creativity, generating extraordinary creative ideas. There was a need for education and training of such a person. These tasks can be implemented in the framework of creative pedagogy.

Previously, we have shown that many young people have the ability to accept any planar images (the 2D-image) with three-dimensional attributes – volumetric and spatial perspective images (hereinafter 3D-phenomenon). The possibility of image perception of a 3D-phenomenon as a result of the training stereoscopic depth training stereograms, 3D-bitmap images. The educational project of Kazan University at initialization and development of creative (creative) thinking developed a special program for secondary and higher education systems [Minzaripov, 2009]. The basis of the project are the results of the search and research initiative to develop a new ability of visual perception [pat.№2264299 RU.2005].

Learning technology was worked out in the system of higher education from 2005 to 2014. In the first stage of the study developed a generalized model of the training-learning. Further, in the wake of the development of creativity, develop methods, involves the construction of a new test for creativity using planar imaging.

We believe that the new method of technology intuitively creative thinking to be effective, and can be offered as an additional service learning.

### **ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ С WEB-САЙТОВ**

**Звягина Наталья, Суховерхова Анастасия**

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В.Ломоносова, Архангельск, Россия,  
n.zvyagina@narfu.ru

Число пользователей интернет-ресурсов растет с каждым годом. Интернет-пространство активно используют для оптимизации работы, обмена информацией, осуществления общения в режиме онлайн, онлайн-покупок, изучения иностранных языков и т.д. Постоянным спутником различных веб-страниц является реклама, которая часто носит агрессивный, навязчивый характер. Анимированные флеш-баннеры в разных частях web-страниц являются примером такой рекламы. Ведущая роль восприятия информации на web-сайтах принадлежит зрению, при этом пользователь воспринимает не только специфическую текстовую информацию, но и рекламу. В связи с этим возникает вопрос о влиянии рекламных баннеров web-пространства на продуктивность и качество зрительного восприятия текстовой информации. Зрительное восприятие – многофункциональный процесс, который включает в себя большое количество различных операций по выделению нужной информации и последующей обработке на различных уровнях – от глаза до корковых структур. Известно, что зрительное восприятие любой информации сопровождается окуломоторной активностью. Количественные и временные характеристики саккад и фиксаций являются наиболее распространенными параметрами трекинга глаз и свидетельствуют об особенностях мозговых процессов и о качестве освоения информации. Это позволило использовать метод регистрации движения глаз для выявления особенностей зрительного восприятия текстовой информации с сопутствующей рекламой из интернет-источников. Для исследования было разработано три веб-сайта с текстами различной сложности и анимированными флеш-баннерами по периферии страницы. Обследовано 45 студентов Северного Арктического федерального университета имени М.В. Ломоносова (средний возраст – 20 лет). Участникам исследования было рекомендовано в процессе регистрации движений глаз внимательно изучать текстовую информацию web-страниц. Регистрировали статические и динамические параметры трекинга глаз с использованием установки iView X™ RED. Полученные данные анализировали с помощью программы SMI BeGaze. Статистический анализ изучаемых показателей проводился с использованием программы Microsoft Excel и SPSS 20.0. Выявлено, что восприятие текста разной сложности сопровождается изменением статических и динамических параметров трекинга глаз. При этом фиксации на рекламных баннерах также присутствуют, но их количество и продолжительность зависят от сложности текстовой составляющей web-страницы. Движения глаз при восприятии текстовой информации на веб-страницах с анимированными баннерами имеет специфику в зависимости от пола и индивидуальных особенностей респондентов.

### **VIUAL PERCEPTION OF INFORMATION FROM WEB-SITE**

**Zvyagina Natalya, Sukhoverkhova Anastasiya**

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov  
Arkhangelsk, Russia, n.zvyagina@narfu.ru

The number of users of Internet resources grows every year. The Internet space is actively used to optimize work, information sharing, online communication, online shopping, learning foreign languages, etc. Advertising is a companion of different web pages. Advertising is often aggressive and intrusive. An example of such advertising is animated banners. Vision plays a key role in information perception on the web site; user sees specific text information as well as advertising. This raises the issue about impact of advertising web banners on productivity and quality of visual perception of textual information from the Internet sources. Visual perception is a multifunctional process. It includes a large number of different operations for extracting the necessary information and the subsequent processing at different levels – from the eye to cortical structures. The process of visual perception is accompanied by oculomotor activity. Saccades and fixations are the most common parameters of eye tracking and their values suggest about the characteristics of brain functioning and quality of information processing. Communication of the oculomotor reactions strategy and mechanisms for solving various cognitive tasks allowed the authors to use the eye-tracking method for identification of visual perception characteristics of textual information and advertising from the Internet sources accompanying that. The authors have developed three web sites with varying complexity texts and animated flash banners on the periphery of the page to research. The study involved 45 students of the Northern Arctic Federal University named after M.V. Lomonosov (aged 20 years). The participants were encouraged to examine the text information of the web pages carefully while registration of static and dynamic parameters of eye tracking. Recorded and analyzed static and dynamic parameters of eye movements with a setup iView X™ RED. Data eye tracking was analyzed using SMI BeGaze software. Statistical analysis the studied parameters were carried out using Microsoft Excel and the software package SPSS 20.0 for Windows. The authors have found that the various complexity text perception is accompanied by change in static and dynamic parameters of eye tracking. Fixations of the information located on the periphery of the web page (banner ads) also present, but their number and length depend on the complexity of the text. The eye tracking in the perception of textual information on web pages with animated banners is specifically depends on gender and individual characteristics of respondents. The most common strategy of visual-motor reactions is characterized by the concentration of static and dynamic parameters of eye tracking in the text field of the web-page. The strategy also includes presence of allopathically fixations and saccades on the banners. Thus the presence of animated banners hampers main information perception reflected in the parameters of eye movements.

## НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ КОМФОРТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ У ДЕВУШЕК

**Звягина Н.В., Соколова Л.В., Потуткин Д.С.**

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия;  
[sluida@yandex.ru](mailto:sluida@yandex.ru)

С целью выявления нейрофизиологических характеристик при восприятии зрительных изображений разной комфортности регистрировали электроэнцефалограмму (ЭЭГ) и окуло-моторные реакции девушек-студенток вуза (19,2±2,1 лет). ЭЭГ регистрировали монополярно от 16 симметричных отведений, установленных по системе «10-20» с использованием аппаратно-программного комплекса «Нейрон-Спектр-5». Регистрация движений глаз осуществлялась посредством прибора iView X™ RED. Запись ЭЭГ и трекинга глаз проводилась непрерывно в состоянии спокойного бодрствования с открытыми глазами и при выполнении заданий на зрительное восприятие стимулов разной комфортности. В качестве зрительных стимулов использовали гомогенное и комфортное изображения, подобранные согласно классификации Филина В. А. (2001). Для анализа пространственно-временной организации биоэлектрической активности мозга использовали оценки функции КОГ (максимальная мощность) в основных диапазонах ЭЭГ всех внутри- и межполушарных симметричных и диагональных пар отведений (120 пар отведений). Динамические и статические параметры трекинга глаз (временные и количественные характеристики) анализировали с помощью программы SMI BeGaze. Статистический анализ изучаемых показателей проводился с использованием программы Microsoft Excel и SPSS 20.0. Анализ данных трекинга глаз при восприятии гомогенных и комфортных визуальных стимулов выявил достоверные отличия в количестве саккад, их амплитуде и длительности фиксации. Наибольшее количество саккад и достоверно меньшая их амплитуда зафиксирована при восприятии комфортного зрительного стимула. Исследование ЭЭГ-параметров при восприятии изображений показало увеличение функционального взаимодействия при рассмотрении комфортной визуальной среды по всему диапазону исследуемых частот. Наибольшие величины КОГ и четкие паттерны биоэлектрической активности мозга выявлены в передне-ассоциативных зонах по тета-диапазону, а в задне-ассоциативных и фронтальных областях – по бета-диапазону. Специфические изменения статических и динамических характеристик трекинга глаз, усиление функционального взаимодействия биопотенциалов в выявленных областях головного мозга, а также результаты корреляционного анализа свидетельствуют о благоприятном воздействии комфортных изображений на механизмы зрительного восприятия.

## NEUROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF VISUAL COMFORTABLE IMAGE PERCEPTION OF GIRLS Zvyagina N.V., Sokolova L.V., Potutkin D.S.

Northern (Arctic) Federal University named after MV Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, [sluida@yandex.ru](mailto:sluida@yandex.ru)

In order to identify the neurophysiological characteristics of the perception of visual images of varying comfort there was recorded electroencephalogram (EEG) and oculomotor reaction of female students of the university (19,2 ± 2,1 years). EEG was recorded from 16 monopolar symmetrical lead set by "10-20" system using "Neuron-Spectrum-5" of hardware and software. The recording of eye movements was carried out by the device iView X™ RED. The recording of EEG and eye tracking was carried out continuously in the state of quiet wakefulness with open eyes and in the process of performing tasks on the visual perception of different comfort stimuli. As visual stimuli there was used a homogeneous and comfortable image, selected according to the classification Filin V. (2001). To analyze the spatial and temporal organization of bioelectrical activity of the brain there was used the evaluation function COG (maximum power) in the basic EEG bands of all intra- and inter-hemispheric symmetrical and diagonal pairs of leads (leads 120 pairs). Dynamic and static parameters of the eye tracking (temporal and quantitative characteristics) were analyzed by SMI BeGaze program. Statistical analysis of the studied parameters was performed using Microsoft Excel software and SPSS 20.0. The analysis of eye tracking data in the perception of homogeneous and comfortable visual stimuli showed significant differences in the number of saccades, their amplitude and duration of fixations. The greatest number of saccades and their significantly low amplitude were fixed in the perception of a comfortable visual stimulus. The examination of EEG parameters in the process of the image perception showed an increase in functional interaction while viewing comfortable visual environment for the whole range of the investigated frequencies. The greatest values of the COG and clear patterns of the brain bioelectrical activity were detected in the anterior associative areas with the theta range, and in the posterior associative and frontal regions – with the beta range. The specific changes of static and dynamic characteristics of the eye tracking, enhancing the functional interaction of biopotentials in the identified areas of the brain, as well as the results of the correlation analysis showed the beneficial effects of comfortable images on the mechanisms of visual perception.

## РАЗРАБОТКА МЯГКОГО ЭКЗОСКЕЛЕТОНА С БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

**Зеленский К.А.<sup>1</sup>, Садков В.Ю.<sup>1</sup>, Иванов О.Г.<sup>1</sup>, Волковицкий В.В.<sup>2</sup>, Щигуева Т.А.<sup>1</sup>, Томиловская Е.С.<sup>1</sup>,  
Ярманова Е.Н.<sup>1</sup>, Козловская И.Б.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>ЗАО «Научный инновационный инжиниринговый Центр Академии инженерных наук», Москва, Россия; [kzelbbc@gmail.com](mailto:kzelbbc@gmail.com)

Использование костюма аксиального нагружения обеспечивает одновременное включение в работу практически всех мышечных групп [Барер А.С. и др., 1998; Барер А.С. и соавт., 1972; Барер А.С. и др., 1994; Барер А.С. и соавт., 1997]. Нами ведется разработка мягкого экзоскелетона, обеспечивающего нагружение различных мышечных групп, аксиальную нагрузку на позвоночник, а также электрическую стимуляцию отдельных мышц по системе обратной связи от экзоскелетона. Целью данной работы являлось построение

алгоритма взаимосвязи работы двух составных частей экзоскелетона: системы нагружающих эластических тяжей и электромиостимуляционной системы.

В системе обратной связи «Блок Ввода» и «Блок Управления» собирают и обрабатывают показатели нагрузок с эластичных тяжей, и передают команды на «Блок Вывода» для подачи электростимуляции. Оба блока автономны и не ограничивают испытуемого в движениях. Для разработки алгоритма мультимодальной стимуляции проводились экспериментальные работы: испытуемый надевал костюм аксиального нагружения вместе с комплектом стимулятора на правую ногу. Нагрузка натяжителя с одного сегмента с одной стороны снималась, и на мышцы этого же сегмента подавался электрический стимул для компенсации разгрузки. Величина нагрузки составляла 6,5 кгс на одну сторону, интенсивность электромиостимуляции – 20 мА при частоте 50 Гц.

Результаты исследования показали, что совместная работа аксиальной нагрузки и электростимуляции позволяют корректировать положение отдельных сегментов тела испытуемого. Так, при нагружении задней поверхности бедра (6,5 кгс) и снятой нагрузке спереди при стимуляции *m. Rectus femoris* с интенсивностью 20 мА (передняя поверхность бедра) нагрузка на задней стороне бедра возрастает на 0,05 кгс и на 0,5 кгс снижается на передней. При нагружении передней поверхности бедра (6,5 кгс) и снятой нагрузке сзади при электромиостимуляции задней поверхности бедра (*mm. Biceps femoris* и *Semitendinosus*) было зарегистрировано увеличение нагрузки на передней стороне бедра (0,95 кгс) и ее снижение – на задней (0,825 кгс). Дальнейшие работы направлены на тарировку тензодатчиков и амплитуд стимуляции для определения оптимальных значений, необходимых для коррекции позы.

*Работа поддержана программой Президиума РАН № 1.31. "Актуальные проблемы робототехники" и грантом РФФИ и ОФИ-м (проект № 16-29-08320).*

**DEVELOPMENT OF SOFT EXOSKELETON WITH BIOLOGICAL FEEDBACK**  
**Zelenskiy K.A.<sup>1</sup>, Sadkov V.Y.<sup>1</sup>, Ivanov O.G.<sup>1</sup>, Volkovitskiy V.V.<sup>2</sup>, Shigueva T.A.<sup>1</sup>, Tomilovskaya E.S.<sup>1</sup>,  
Yarmanova E.N.<sup>1</sup>, Kozlovskaya I.B.**

<sup>1</sup>RF SSC – Institute of biomedical problems RAS, Moscow, Russia; <sup>2</sup>JSC «Scientific Innovation Engineering Centre of Academy of Engineering Science», Moscow, Russia; e-mail: [kzelbbc@gmail.com](mailto:kzelbbc@gmail.com)

The use of axial loading suit provides simultaneous engagement of almost all muscle groups in work [Barer A.S. et al., 1998; Barer A.S. et al., 1972; Barer A.S. et al., 1994; Barer A.S. et al., 1997]. We are developing a soft exoskeleton which should provide different muscle group loading, spinal axial loading as well as a separate muscle group electrical stimulation by the biological feedback system of exoskeleton. The purpose of this work was to build an intercommunication algorithm for work of two composite parts of exoskeleton: elastic loading tension bars system and electromyostimulation system.

"Input Unit" and "Control Unit" of feedback system gather and process the loading measure from elastic tension bars and pass the commands to "Output Unit" for electrostimulation delivery. Both units are self-contained and do not restrict subject in motion. Experimental works were conducted to develop a multimodal stimulation algorithm: subject put on an axial loading suit and stimulator set on the right leg simultaneously. The loading of one tension bar on one segment on one side was withdrawn and electrical stimulation was delivered to the muscles of this segment to compensate the unloading. Loading magnitude was 6,5 kgf on one side, electromyostimulation intensity – 20 mA at 50 Gz frequency.

Research results display that simultaneous work of axial loading and electrostimulation allows correcting subjects separate body segments position. This way when loading the thighs back surface (6,5 kgf) and unloading the front side with stimulation of *m. Rectus femoris* with intensity of 20 mA (thigh front surface) the loading on the thighs back side increases on 0,05 kgf and decreases on 0,5 kgf on the front. When loading the thighs front surface (6,5 kgf) and unloading the back side with stimulation of thighs back surface (*mm. Biceps femoris* and *Semitendinosus*) the loading increase was registered on thighs front side (0,95 kgf) and its decrease on the back (0,825 kgf). Further works are aimed on tension sensors and stimulation amplitude gauging to determine optimal magnitude needed for posture correction.

*The study was supported by RAS Presidium program № 1.31. "Actual problems of robotics" and RFFI and OFI-m grant (project NN 16-29-08320).*

**СТРЕСС И ОТНОШЕНИЕ К «ЧУЖИМ»**

**Знаменская И.И., Бахчина А.В., Александров Ю.И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии РАН, Москва, Россия;  
[znamenirina@gmail.com](mailto:znamenirina@gmail.com)

В процессе индивидуального развития формирующиеся на его последовательных этапах системы обеспечивают все более дифференцированное соотношение индивида и среды. В настоящем исследовании проверялась гипотеза о том, что состояние стресса у людей характеризуется обратимой системной дедифференциацией (увеличение вклада низкодифференцированных систем в обеспечение поведения), что феноменологически проявляется в предпочтении поведения, сходного со стратегиями решения конфликтов между «своими» и «чужими», свойственными для более раннего возраста: первоочередная поддержка «своего», даже если он неправ.

**Методика.** Участникам исследования (N = 69, 41 женщина; 22–54 года, *med* = 31) предлагалось устно решать моральные дилеммы (Знаменская и др., 2016), предъявляемые экспериментатором, одновременно играя в компьютерную игру на обнаружение сигнала (Isaychev et al., 2012) с адекватной (контрольная группа без стресса, N = 36, консонансный и диссонансный аккорды) и неадекватно негативной (экспериментальная со стрессом, N = 33, на каждое нажатие клавиши – гневный комментарий диктора) обратной связью. В эти группы вошли респонденты, показатели сердечного ритма которых соответствовали экспериментальной ситуации (негативная ОС – есть стресс; адекватная ОС – нет стресса). Запись сердечного ритма

относилась к экспериментальной (стрессированной) группе, если в динамике ее спектральных показателей встречалось хотя бы один раз одновременное снижение спектральной плотности мощности и возрастание индекса вегетативного баланса (Бахчина, 2014). В каждой из шести дилемм респондент ставился перед выбором: поддержать «своего», который отбирает жизненно важный для «чужого» ресурс ради собственного комфорта, либо поддержать «чужого», являющегося жертвой.

**Результаты.** В группе «Со стрессом» респонденты достоверно чаще поддерживали агрессора «своего», чем в группе «Без стресса» ( $\chi^2 = 18.041$ ,  $p < 0.0001$ ). Достоверных отличий в моральной оценке поступка агрессора («плохой/хороший») не обнаружено (Манна–Уитни,  $p = 0.087$ ): в обеих группах люди склонны оценивать поступок скорее как плохой. Ранее нами было показано, что отношение к «чужим» у детей 3–11 лет формируется как постепенный переход от стратегии «всегда поддерживать своего» к стратегии поддержки «жертвы», даже если это «чужой» (Созинова и др., 2013; Знаменская и др., 2013). У взрослых в состоянии стресса, таким образом, наблюдается регрессия, выражающаяся в том, что люди демонстрируют поведение, сходное с его более ранними формами. Данный феномен может быть объяснен стрессовой дедифференциацией.

Новизна настоящей работы состоит в том, что в экспериментальном лабораторном исследовании с применением единого метода для детей и взрослых была продемонстрирована статистически значимая регрессия поведения последних.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-28-00229), Институт психологии РАН.*

### STRESS AND ATTITUDE TOWARDS OUTGROUP MEMBERS

Znamenskaya I.I., Bakhchina A.V., Alexandrov Yu.I.

Federal State-financed Establishment of Science, Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia;  
znamenirina@gmail.com

Individual's interaction with environment during the ontogenesis becomes more complicated (differential). In current experiment we have tested the hypothesis that the system dedifferentiation is common for stress. People in stress tend to solve opposition between ingroup and outgroup members like children: to support ingroup member even if he acts as aggressor.

**Method.** Participants (N = 69, 41 female; 22–54 years, med = 31) orally solved moral dilemmas (Znamenskaya, 2016) simultaneously playing computer game based on signal detection theory (Isaychev et al., 2012). The feedback was inadequate negative in experimental group (and it caused stress, N = 36) and adequate in control group (N = 36). Stress has been defined according to heart rate variability indexes.

In each of six dilemmas the respondent had to make choice: to support ingroup member (aggressor) or outgroup member (victim).

**Results.** There was significant difference between two groups: people under the stress support aggressors more often ( $\chi^2 = 18.041$ ,  $p < 0.0001$ ). There was no significant difference in moral estimations of aggressor's actions (Mann–Whitney,  $p = 0.087$ ): participants from both groups esteemed actions as bad. In previous research we found out that 3–11 years old children's attitudes towards outgroup members change from supporting of ingroup member – aggressor to supporting victim, even if it is outgroup member (Sozinova et al., 2013; Znamenskaya et al., 2013). Thus, we have shown that people under the stress tend to regress to more early forms of moral behavior. It can be explained by stress dedifferentiation.

The novelty of our research is in showing statistically significant regression to early forms of moral behavior of adults under the stress.

*This work was supported by Russian Science Foundation Grant № 14-28-00229.*

### ВЛИЯНИЕ КОНЪЮГАТА КСИМЕДОНА С АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТОЙ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕЧЕНИ В УСЛОВИЯХ ТОКСИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ, ВЫЗВАННОГО ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫМ УГЛЕРОДОМ

Зобов В.В.<sup>1,2</sup>, Выштакалюк А.Б.<sup>1</sup>, Назаров Н.Г.<sup>1,2</sup>, Галяметдинова И.В.<sup>1</sup>, Семенов В.Э.<sup>1</sup>, Резник В.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра РАН, Казань, Россия; <sup>2</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия; [zobov@iopc.ru](mailto:zobov@iopc.ru); [alex.vysh@mail.ru](mailto:alex.vysh@mail.ru)

Возникновение патологий печени довольно часто связано с результатом побочного действия при применении различных медикаментов. При потреблении лекарств для лечения центральной нервной системы – нейролептиков, психотропных веществ нарушения печени проявляются у 1% пациентов. Таким образом, поиск нетоксичных веществ для профилактики и лечения токсических поражений печени является актуальным научным направлением. Стандартной методикой моделирования токсического поражения печени является воздействие четыреххлористым углеродом.

**Целью** настоящей работы было изучение влияния конъюгата Ксимедона с аскорбиновой кислотой на организм в условиях токсического стресса при воздействии четыреххлористого углерода.

Токсический стресс моделировали путем 3-х кратного подкожного введения белым беспородным крысам обоего пола 50% масляного раствора четыреххлористого углерода в дозе 2 мл/кг. Введение конъюгата Ксимедона с аскорбиновой кислотой осуществляли по двум схемам – профилактической (введение препаратов за 1 час до введения четыреххлористого углерода) и терапевтической (введение препаратов со 2-х суток после последнего введения четыреххлористого углерода).

В результате было показано, что в результате токсического поражения четыреххлористым углеродом в сыворотке крови повышается уровень аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), снижается уровень белка ( $p < 0.05$ ) и проявляется тенденция к повышению щелочной фосфатазы. На гистологических срезах печени выявляются обширные очаги некрозов и жирового перерождения печеночной ткани. Через 5 дней после воздействия четыреххлористого

углерода уровень АЛТ оставался выше, уровень белка ниже по сравнению с интактными животными ( $p < 0,05$ ). повышение АСТ было статистически не достоверным, структурно-морфологические признаки поражения печени сохранялись.

При профилактической и терапевтической схемах воздействия под влиянием конъюгата Ксимедона с аскорбиновой кислотой выявлена нормализация биохимических показателей крови, что проявлялось в снижении активности ферментов трансфераз (АЛТ и АСТ) и повышении концентрации белка ( $p < 0,05$ ) по сравнению с контрольной группой, подвергнутой аналогичному токсическому воздействию четыреххлористым углеродом без применения препаратов. Под влиянием соединения также уменьшались признаки структурно-морфологических поражений печени, выявляемые на гистологических срезах. В группе животных, подвергнутых токсическому поражению четыреххлористым углеродом, которым вводили перорально 20 мг/кг конъюгата Ксимедона с аскорбиновой кислотой в течение 5 дней, наблюдали 100% выживаемость, в отличие от контроля, где выживаемость составила лишь 75%.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФ грант № 14-50-00014.*

#### **INFLUENCE OF CONJUGATE OF XYMEDONE WITH ASCORBIC ACID ON BIOCHEMICAL AND MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF LIVER UNDER TOXIC DAMAGE BY CARBON TETRACHLORIDE** **Zobov V.V.<sup>1,2</sup>, Vyshtakalyuk A.B.<sup>1</sup>, Nazarov N.G.<sup>1,2</sup>, Galyametdinova I.V.<sup>1</sup>, Semenov V.E.<sup>1</sup>, Reznic V.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>A.E. Arbutov Institute of Organic and Physical Chemistry Kazan Scientific Centre Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia; <sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; [zobov@iopc.ru](mailto:zobov@iopc.ru); [alex.vysh@mail.ru](mailto:alex.vysh@mail.ru)

The pathologies of liver are often caused by result of negative effect of using any medicines. The diseases of liver under treatment of preparations for Central nervous system – neuroleptics and psychotropic substances are caused in 1% of patients. So, searching hepatoprotective preparations is very actual science way. The standard method of induction of pathology is treatment by carbon tetrachloride.

**The purpose** of the work is study of hepatoprotective properties of the new compound conjugate of Xymedone preparation with ascorbic acid under toxic stress by treatment of carbon tetrachloride.

We induced the toxic stress by injection of 50% oil solution of carbon tetrachloride subcutaneously in the dose 2 ml per kg of body mass for 3 days. Injection of conjugate Xymedone preparation with ascorbic acid were carried in two schemes. In preventive scheme the studying compound was injected an hour before the carbon tetrachloride injection. In therapeutic scheme, the preparation was injected for 5 days after the last injection of carbon tetrachloride.

In result the increase of alaninaminotransferase (ALT), aspartataminotransferase (AST) ( $p < 0,05$ ), trend to alkaline phosphatase and decrease of total protein ( $p < 0,05$ ) were observed. The extensive field of necrosis of hepatocytes on histological sections of liver were found in control group. After 5 days from the last injection of carbon tetrachloride, we observed that the levels of ALT and AST are higher and total protein is lower than in the reference group of rats. Wherein these differences of ALT and total protein levels was statistically significant at  $p < 0,05$ . The structural and morphological changes in the liver tissue maintained.

At the preventive and therapeutic schemes of injection of the tested compound we observed the normalization of the blood parameters: the ALT level decreased and the total protein level increased under treatment of the conjugate Xymedone preparation with ascorbic acid in dose 20 mg per kg in comparison with the control group. The signs of liver damage on the histological sections were less visible than in the control group. Moreover, the survival of rats in the experimental group was 100% in contrary the control group where survival was 75%. *Russian Science Foundation grant number 14-50-00014 financed the research*

#### **НЕЙРОИММУННЫЕ РЕАКЦИИ ПРИ ЭНДОГЕННЫХ ПРИСТУПООБРАЗНЫХ ПСИХОЗАХ (ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)**

**Зозуля С.А., Олейчик И.В., Сарманова З.В., Столяров С.А., Отман И.Н., Бизяева А.С., Ключник Т.П.**  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научный центр психического здоровья",  
Москва, Россия, [pol-npcz@npcz.ru](mailto:pol-npcz@npcz.ru)

Ранее при изучении роли иммунных механизмов в патогенезе эндогенных психических заболеваний была проведена комплексная оценка состояния иммунной системы (по активности воспалительных маркеров и уровню аутоантител к нейроантигенам) и ее сравнительный анализ. Показана различная вовлеченность воспалительных и аутоиммунных реакций в патологический процесс при различных заболеваниях. Практический интерес представляет возможность использования комплекса этих показателей для оценки динамики развития заболевания еще до начала лечения.

Целью исследования была оценка прогностической значимости комплекса изучаемых иммунологических показателей у пациентов с эндогенными психозами с использованием критериев доказательной медицины.

Обследовали 100 пациентов в возрасте от 22 до 45 лет с эндогенными приступообразными психозами. В сыворотке крови определяли активность лейкоцитарной эластазы и  $\alpha 1$ -протеиназного ингибитора, а также уровень аутоантител к нейроантигенам S100b и ОБМ. Для клинической оценки состояния пациентов использовали шкалу PANSS.

Комплексная оценка иммунологических показателей проводилась однократно, по результатам обследования были сформированы группы пациентов с наиболее легкими ("благоприятный" иммунологический профиль) и наиболее тяжелыми ("неблагоприятный" иммунологический профиль) степенями изменения иммунологических показателей. Сопоставлялись иммунологические показатели до лечения и результаты клинического обследования пациентов после проведенной терапии. При наличии "благоприятного" иммунологического профиля до лечения с вероятностью 89% динамика клинического состояния пациентов с выходом в ремиссию хорошего качества и ответ на терапию будут положительными. При наличии "неблагоприятного" иммунологического профиля до лечения с вероятностью 65% пациенты

окажутся резистентными к проводимой терапии с выходом в терапевтическую ремиссию низкого качества ( $\chi^2=6.8$ ,  $p=0.008$ ).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о высокой прогностической значимости комплексного определения иммунологических показателей сыворотки крови для предикции дальнейшего развития эндогенного психического заболевания и резистентности к проводимой терапии.

#### **NEUROIMMUNE REACTIONS IN ENDOGENOUS ATTACK-LIKE PSYCHOSES (PROGNOSTIC ASPECT)**

**Zozulya S. A., Oleichik I. V., Sarmanova Z.V., Stolyarov S.A., Otman I.N., Bizyaeva A.S., Klyushnik T.P.**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Mental Health Research Center", Moscow, Russia,  
pol-ncpz@ncpz.ru.

Previously when studying the role of immune mechanisms in the pathogenesis of endogenous psychiatric diseases was conducted a complex assessment of the state of the immune system (on the activity of inflammatory markers and the level of autoantibodies to neuroantigens) and its comparative analysis. The different involvement of inflammatory and autoimmune reactions in the pathological process in various endogenous psychiatric diseases was shown. The possibility of using complex of these indicators for the evaluation of the disease dynamics even before start of treatment is of practical interest.

The aim of this work was to evaluate the prognostic significance of the complex of the immunological indicators in patients with endogenous psychoses using the criteria of evidence-based medicine.

100 patients aged from 22 to 45 years old with endogenous attack-like psychoses were studied. The activity of leukocyte elastase and  $\alpha$ 1-proteinase inhibitor as well as the level of autoantibodies to neuroantigens S100b and MBP in the serum were determined. For the clinical assessment of the patients PANSS scale was used.

Complex assessment of the immunological parameters was carried once. Two groups of patients were formed based on the survey results: the first group with the most light ("favorable" immunological profile) and the second one with the most severe ("unfavorable" immunological profile) degree of change in immunological parameters. Further the immunological parameters before treatment and the results of clinical examination of patients after therapy were compared. Patients with "favorable" immunological profile demonstrated good response to the therapy with probability 89% and access to good quality remission. Within the second group of patients with "unfavorable" immunological profile before the treatment 65% of patients appeared resistant to the therapy with the access the therapeutic remission of low quality ( $\chi^2=6.8$ ,  $p=0.008$ ).

Thus, the data indicate a high prognostic value of complex assessment of the immunological parameters to predictions of the further development endogenous psychiatric diseases and resistance to the therapy.

#### **ВЛИЯНИЕ ПРОВСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЦИТОКИНОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ МОЗГА В РАННЕМ ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ**

**Зубарева О.Е.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Институт экспериментальной медицины". С.-Петербург, Россия; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, С.-Петербург, Россия, ZubarevaOE@mail.ru.

Провоспалительные цитокины интерлейкины- 1 бета, -6 (ИЛ-1бета, ИЛ-6) и фактор некроза опухоли  $\alpha$  (ФНО $\alpha$ ), рассматриваются в качестве основных посредников нейроиммунных взаимодействий. Повышение уровня провоспалительных цитокинов в крови и мозге возникает при многих патологических состояниях (инфекционных заболеваниях, гипоксии, травмах и др.) и приводит к развитию центральных компонентов продромального синдрома: повышению температуры тела, снижению двигательной активности, подавлению мотивационных состояний. В последние годы получены данные о действии провоспалительных цитокинов на мозговые механизмы нейропластичности, обучения и памяти, однако малоизученными остаются вопросы действия ИЛ-1бета, ИЛ-6 и ФНО $\alpha$  на формирование когнитивных функций в раннем постнатальном онтогенезе. Между тем, показано, что нарушение внимания и памяти часто возникают у детей, подростков и взрослых, перенесших перинатальную гипоксию или инфекционных заболевания в раннем возрасте, при этом тяжесть неврологических нарушений коррелирует с повышением уровня провоспалительных цитокинов. Выявлено их действие на развитие и созревание в раннем постнатальном периоде глиальных клеток и нейронов. Введение в раннем постнатальном онтогенезе животным провоспалительных цитокинов или индукторов их синтеза приводит к долговременным нарушениям исследовательского поведения и памяти.

В частности, проводимые нами исследования показали, что умеренное повышение уровня ИЛ-1бета в определенные критические периоды раннего постнатального онтогенеза, приводит к отдаленным (выявляемым у взрослых животных), изменениям исследовательского поведения и различных видов памяти. Экспериментальные животные отличаются повышенной стресс-реактивностью и нарушением продукции в клетках ЦНС белков, вовлеченных в регуляцию мозговых механизмов нейропластичности (FGF2). Введение крысам в раннем постнатальном периоде индуктора синтеза провоспалительных цитокинов бактериального липополисахарида приводит к краткосрочным и долговременным изменениям экспрессии генов отдельных субъединиц AMPA и NMDA глутаматных рецепторов в клетках гиппокампа и медиальной префронтальной коры.

Нарушения, вызываемые повышением уровня провоспалительных цитокинов в раннем постнатальном онтогенезе, могут быть связаны с формированием психоневрологических проблем, характерных для детей и взрослых с синдромом дефицита внимания и другими когнитивными дисфункциями.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 16-04-00998.*



## EFFECTS OF PROINFLAMMATORY CYTOKINES ON COGNITIVE FUNCTIONS DEVELOPMENT DURING EARLY POSTNATAL ONTOGENESIS

Zubareva O.E.

Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine". St. Petersburg, Russia:  
Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry. Russian Academy of Sciences, St. Petersburg,  
Russia; ZubarevaOE@mail.ru.

Proinflammatory cytokines interleukin 1 beta, interleukin 6 (IL-1 beta, IL-6), and tumor necrosis factor  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) are the main mediators of neuro-immune interactions.

Increase of proinflammatory cytokines levels in the blood and brain cells takes place during many pathological processes (infections, hypoxia, and trauma). It induces the prodromal syndrome components: pyrogenic reaction, diminution of locomotion and suppression of motivation. It has been shown in the recent studies that proinflammatory cytokines influence brain neuroplasticity mechanisms, learning and memory. However their effects on cognitive functions maturation during early postnatal ontogenesis are not completely defined.

Impairments of attention and memory in children have been shown to be frequently associated with history of perinatal hypoxia and infection disease in such manner that the neurological deficit is correlated with proinflammatory cytokine levels. It has been demonstrated that IL-1 beta and TNF- $\alpha$  influence cell maturation processes in the CNS. The injections of experimental animals with proinflammatory cytokines lead to the long-term impairments of the memory and exploratory behavior.

We found that the increase of IL-1 beta level in critical periods of early postnatal ontogenesis causes the delayed impairments of memory and the disturbance of exploratory behavior of rats. The experimental animals demonstrate high stress-reactivity and the decreased expression of genes involved in the neuroplasticity regulation (*Faf2*) in the brain. The treatment of rats with bacterial lipopolysaccharide (inductor of proinflammatory cytokine synthesis) during early postnatal ontogenesis induces the short-term and long-term changes in the gene expression of AMPA and NMDA glutamate receptor subunits in the hippocampus and medial prefrontal cortex.

The impairments induced by elevation of proinflammatory cytokines level in the early postnatal ontogenesis may be associated with development of psychoneurological problems in young and adult patients with attention deficit hyperactivity disorder or other cognitive dysfunctions.

*This work was supported by RFBR, grant 16-04-00998.*

## ФРАКТАЛЬНАЯ СЛОЖНОСТЬ СИГНАЛОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ МОЗГА

Зуева М.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца» МЗ РФ, Москва, Россия, [visionlab@yandex.ru](mailto:visionlab@yandex.ru)

Обоснована теория, предполагающая, что здоровье мозга и зрительной системы тесно связаны с фрактальной сложностью временной и пространственной структуры зрительных сигналов окружающей среды (Zueva, 2015). Восприятие человеком в течение жизни сложных зрительных образов и сигналов среды критически необходимо для нормального развития, функционирования и старения головного мозга и зрительной системы. Упрощение входящей в мозг сенсорной информации, вызванной различными патологическими состояниями или условиями жизни человека, может отражать снижение сложности (или быть его причиной) в схеме нейронной сети мозга и соответственно нейронной активности при связанных с возрастом нейродегенеративных расстройствах сетчатки и мозга, таких как глаукома и болезнь Альцгеймера. Предполагается, что стимуляционная терапия прерывистыми световыми стимулами сложной нелинейной структуры, т.н. «фрактальная стимуляция» будет активировать нейрональную пластичность и запускать перемонтаж нарушенной заболеванием схемы нейронных соединений, обеспечивая восстановление зрительных и когнитивных функций, обслуживаемых этими нейронными сетями. Современные достижения фундаментальных наук позволяют говорить о потенциальной возможности повышать нейропластичность мозга, открывая окна повышенной пластичности, подобные критическим периодам в развитии человека. Фрактальная зрительная (и мультимодальная – при сочетании зрительных, слуховых и других сенсорных стимуляций) терапия имеет потенциал стать инновационной терапевтической стратегией и эффективным методом реабилитации и профилактики нейродегенеративных заболеваний в неврологии и офтальмологии.

Сегодня нами разработан прибор, предназначенный для генерации неоднородно мелькающего фона – динамического светового фрактала и проведены первые его экспериментальные испытания. Эксперименты показали, что короткая (5 минутная) фрактальная стимуляция глаз кролика оказывает влияние на функциональную активность здоровой сетчатки. Необходимы дальнейшие исследования на животных моделях нейродегенеративной патологии, а в перспективе – на человеке с заболеваниями зрительного нерва и такими нейродегенеративными расстройствами, как болезнь Альцгеймера и болезнь Паркинсона.

## FRACTAL COMPLEXITY OF THE ENVIRONMENTAL CUES AND THE BRAIN HEALTH

Zueva M.V.

Federal State Budgetary Institution "Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases", Moscow, Russian Federation, [visionlab@yandex.ru](mailto:visionlab@yandex.ru)

The suggestion that the health of the brain is closely related to the complexity of the temporal and spatial fractal structure of the environmental visual signals (as well as cues of other modalities) was theoretically grounded recently (Zueva, 2015). The perception throughout the life of complex visual images and stimulus of the environment is critically necessary for normal development, functioning and the aging of the brain and the visual system. Simplification of a sensory information entering the brain caused by various pathological states or conditions of human life, may reflect the reduction of complexity (or be its cause) in the neural networks of the

brain, and the neural activity in age-related neurodegenerative disorders of the retina and the brain, such as glaucoma and Alzheimer's disease. It is assumed that a therapeutic stimulation by intermittent light stimuli of complex nonlinear structure, the so-called "fractal stimulation" would activate the neuronal plasticity and rewire impaired neural circuits and hence would ensure the restoration of visual and cognitive functions served by these neural networks. Recent advances in basic science suggest that there is the potential to increase the neuroplasticity of the brain, by opening the window of increased plasticity similar to a critical period in human development. Fractal visual (and multimodal – a combination of visual, auditory and other sensory cues) stimulation therapy has the potential to become an innovative therapeutic strategy, and an efficient method of rehabilitation and prevention of neurodegenerative diseases in neurology and ophthalmology.

Today, we have developed a device for generating a nonuniformly flashing background – light fractal and conducted its first experimental tests. Experiments have shown that the short fractal stimulation of rabbit eyes has a different impact on the functional activity of retinal neurons of a healthy eye. Further studies are needed in animal models of neurodegenerative diseases, and on the human optic nerve diseases and neurodegenerative disorders such as Alzheimer's and Parkinson's disease, to evaluate the real therapeutic potential of a new technology.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ P-ГЛИКОПРОТЕИНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТА НАНОСОМАЛЬНОЙ ФОРМЫ КАРБАМАЗЕПИНА ЧЕРЕЗ ГЕМАТО-ЭНЦЕФАЛИЧЕСКИЙ БАРЬЕР**

**Зыбина А.М., Куличенкова К.Н., Солодков Р.В., Титов С.А., Аббасова К.Р.**

Российский Государственный Гуманитарный Университет, Московский Государственный Университет им.  
М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Москва, Россия. [ancula888@gmail.com](mailto:ancula888@gmail.com)

Несмотря на то, что современная фармакотерапия обладает большим выбором антиэпилептических лекарственных средств, доля больных фармакорезистентной эпилепсией составляет 30- 40%. Одной из гипотез, объясняющей устойчивость к АЭП (антиэпилептические препараты) является гиперэкспрессия селективного транспортера Р-гликопротеина (Р-gp) – одного из основных транспортеров, регулирующих проникновение ксенобиотиков в мозг, который и ограничивает его поступление в мозг. Одним из способов преодоления этого препятствия для повышения эффективности лечения является увеличение дозы препарата, но при этом будет повышаться и неспецифическая токсичность лекарственного вещества (ЛВ).

Актуальность этой проблемы привела к разработке специальных систем доставки ЛВ в мозг, минуя Р-gp. Инкапсуляция препаратов в полимерные биodeградируемые наночастицы, способные адресно доставлять вещества через ГЭБ, является одной из перспективных разработок. Взаимодействие с Р-gp было показано для многих АЭП, и в том числе для карбамазепина (КБЗ).

Цель работы – исследовать эффективность КБЗ, инкапсулированного в ПЛГА-НЧ (в полилактидные наночастицы), на эффективность купирования судорог по сравнению эффективностью КБЗ. Эксперименты проводились на изониазидовой модели судорог, в дозе 300 мг/кг в/бр на крысах Wistar. В первой серии экспериментов была определена минимальная эффективная доза наносомальной формы карбамазепина (КБЗ-НЧ), которая составила 1 мг/кг. В следующей серии экспериментов показали, что блокада Р-gp верапамилом, селективным ингибитором Р-gp, снижает эффективную дозу КБЗ с 30 мг/кг до 20 мг/кг. Т.к. эффективная доза КБЗ для купирования судорог при блокаде Р-gp снижалась на 30%, мы снизили дозу КБЗ-НЧ до 0,7 мг/кг (на 30%). Препарат вводили на фоне блокады Р-gp верапамилом и без. Результаты показали, что животные как из группы с введением верапамила, так и животные из группы без введения вещества не отличались по тяжести, продолжительности и латентному периоду наступления судорог. Таким образом, показано, что блокада Р-gp не оказывает влияния на эффективность КБЗ-НЧ, а значит, ПЛГА-НЧ с инкапсулированным лекарственным веществом позволяют повышать эффективность при минимальных дозах препарата и защищают КБЗ от взаимодействия с транспортерами.

### **THE STUDY OF P-GLYCOPROTEIN IMPACT ON THE EFFICIENCY OF NANOSOMAL FORM OF CARBAMAZEPINE TRANSPORT ACROSS THE BLOOD-BRAIN BARRIER**

**Zybina A., Kulichenkova K., Solodkov R., Titov S., Abbasova K.**

<sup>1</sup>Russian State University for the Humanities

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Moscow, Russia [ancula888@gmail.com](mailto:ancula888@gmail.com)

Though modern pharmacotherapy possesses a large amount of antiepileptic drugs (AEDs), 30-40% of patients with epilepsy are resistant to drug therapy. There are several hypothesis concerning resistance to AEDs. One of them suggests that overexpression of selective transporter P-glycoprotein (P-gp) – one of the main transport proteins regulating brain uptake of xenobiotics – limits brain intake of AEDs. This problem could be solved with increased doses of AEDs, but in this case nonspecific toxicity of a drug also increases.

The urgency of this problem became as on for develop in g special systems of delivering AEDs into brain by passing P-gp. One of the promising developments is the encapsulating of AEDs in polymeric biodegradable nanoparticles, which allow targeted delivering of drugs into brain across BBB. Interaction with P-gp was shown for many AEDs including carbamazepine (CBZ).

The aim: to investigate the efficiency of CBZ, encapsuled into PLGA-NP (polylactide nanoparticles), in relieving of seizures as compared to CBZ. Experiments were designed according to isoniazid model of seizures (300 mg/kg i.p., Wistar rats). In the first series of experiments we defined minimal effective dose of nanosomal form of CBZ. It appeared to be 1 mg/kg. The next series showed that blockade of P-gp with verapamil (selective inhibit or of P-gp) reduces effective dose of CBZ from 30 mg/kg to 20 mg/kg. As the effective dose of seizure relief of CBZ decreased by 30%, we reduced the dose of nanosomal CBZ to 0,7 mg/kg (also by 30%). The drug was injected against the background of P-gp blockade with verapamil and without blockade. Results showed, that the animals from verapamil group did not differ from the animals without verapamil according to the severity, duration and latent period of seizures. Thus, we have shown that P-gp blockade does not alter the efficiency of nanosomal CBZ, and

therefore PLGA-NP with encapsulated AED allow to increase the efficiency of minimal doses of the drug and protect CBZ from interacting with transporters.

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК БОС-ТЕРАПИИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ СОСТОЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ВНИМАНИЯ НА ФОНЕ МЫШЕЧНОЙ РЕЛАКСАЦИИ**

**Иванова Д.Н.<sup>1</sup>, Иванов С.Н., Кижеватова Е.А.<sup>2</sup>, Омельченко В.П.<sup>3</sup>**

Государственное бюджетное образовательное учреждение Высшего профессионального образования Ростовский государственный медицинский университет Министерства Здравоохранения Российской Федерации, Ростов-на-Дону, Ростовская область, Россия; <sup>1</sup>darjaivanova20@icloud.com, <sup>2</sup>alyonatim@mail.ru, <sup>3</sup>vitaly.omelchenko@mail.ru

В настоящее время все большее распространение в лечении психологических, неврологических и психосоматических состояний получает метод биологической обратной связи (БОС) по характеристикам электроэнцефалограммы (ЭЭГ-БОС). Суть метода БОС заключается в том, что пациент, при помощи технических средств получает информацию о текущем состоянии из одной или нескольких физиологических систем и обучается контролировать не только свое психофизиологическое состояние, но и произвольно управлять функционированием данных систем. Однако, проблемой эффективного применения ЭЭГ-БОС является недостаточное исследование нейро- и психофизиологических механизмов тех преобразований в мозговой динамике, которые возникают в процессе тренинга ЭЭГ-БОС.

Целью настоящей работы явилась оценка эффективности сеансов ЭЭГ-БОС по параметрам бета1- и бета2-ритма в отношении характеристик внимания у практически здоровых лиц, а также изучение топографии изменений ЭЭГ в ходе подобных сеансов ЭЭГ-БОС.

В исследовании приняли участие 3 взрослых человека, которые жаловались на проблемы, связанные с концентрацией внимания. БОС-тренинг осуществляли при помощи системы «Реакор» (производитель г. Таганрог). Суть сценария заключается в выполнении заданий, требующих сосредоточенности одновременно с контролем мышечного расслабления. Качество предъявления заданий, а следовательно, успешность работы, зависит от степени концентрации внимания и глубины релаксации. Контроль корректности регистрируемых сигналов осуществляется по виду формы сигналов на одноименной панели, а также по значениям количественных показателей, отображаемых на панели "Динамика показателей".

При сравнении Исходного фона ЭЭГ и фона ЭЭГ во время выполнения заданий БОС-тренинга было установлено, что мощность бета1- и бета2-ритма во время выполнения заданий возрастает. С каждой тренировкой испытуемым все легче и легче удавалось достигать состояния предельной концентрации.

ЭЭГ-тренинг вероятно оказывает влияние на фундаментальные ритмические механизмы за счет изменения нейромодуляторных влияний ствола мозга, пластичности нейронных сетей и формирования новых нейронных ансамблей. Меняя уровень и степень ЭЭГ-активности БОС-тренинг нормализует механизмы активации, за счет чего улучшает кортикальную стабильность.

### **APPLICATION OF TECHNIQUES OF BIOFEEDBACK THERAPY TO ACHIEVE THE STATE OF CONCENTRATION ON THE BACKGROUND OF MUSCLE RELAXATION**

**Ivanova D.N.<sup>1</sup>, Ivanov S.N., Kizhevatoeva E.A.<sup>2</sup>, Omelchenko V.P.<sup>3</sup>**

State budgetary educational institution of higher professional education Rostov state medical university of Ministry of Health of the Russian Federation, Rostov-on-Don, Russia;

<sup>1</sup>darjaivanova20@icloud.com, <sup>2</sup>alyonatim@mail.ru, <sup>3</sup>vitaly.omelchenko@mail.ru

Currently becoming increasingly common in the treatment of psychological, neurological and psychosomatic conditions get method of biofeedback (BFB) on the characteristics of electroencephalogram (EEG biofeedback). The essence of the method of biofeedback is that the patient, with the help of technical means receives information about the current state of one or more physiological systems and learns to control not only your physiological state but also of the arbitrary control the functioning of these systems. However, the problem of effective application of EEG biofeedback is insufficient research in neuro – and psychophysiological mechanisms of changes in brain dynamics that arise in the process of training EEG biofeedback.

The aim of this work was to evaluate the effectiveness of sessions of EEG biofeedback in the parameters beta1 – and beta2-rhythm in relation to the characteristics of attention in healthy persons, as well as the study of the topography of EEG changes during such sessions of EEG biofeedback.

The study involved 3 people who complained about problems with concentration. Biofeedback training was carried out using a system with "Reacor" (producer Taganrog). The essence of the script is to perform tasks that require concentration simultaneously with the control of muscle relaxation. The quality of presentation of tasks, and consequently, the success of the work depends on the degree of concentration and depth of relaxation. Control over correctness of the recorded signals is performed by referring to waveforms on the same panel, as well as on the values of the quantitative indicators that appear on the panel "Dynamics of indicators". When comparing Initial EEG background and EEG during task execution biofeedback training it was found that the power of the beta1 – and beta2-rhythm during the execution of the tasks increases. With each workout the subjects easier and easier managed to reach a state of extreme concentration.

EEG training probably has an impact on fundamental rhythmic mechanisms due to changes in neuromodulatory influences of the brainstem, the plasticity of neural networks and the formation of new neuronal ensembles. Changing the level and extent of EEG activity OCU-training normalizes mechanisms of activation, which improves cortical stability.

### СПЕЦИФИЧНОСТЬ АУТОАНТИТЕЛ К ЛИПОПРОТЕИНАМ НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ, МОДИФИЦИРОВАННЫМ МИЕЛОПЕРОКСИДАЗОЙ

Иванцова А.А., Белик И.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Институт экспериментальной медицины",  
Санкт-Петербург, Россия, [anna.ivantcova@gmail.com](mailto:anna.ivantcova@gmail.com)

**Введение.** В крови человека обнаружены циркулирующие аутоантитела (ААТ) к различным модификациям липопротеинов низкой плотности (ЛПНП). Среди иммуногенных и проатерогенных модификаций ЛПНП особый интерес представляет малоизученная модификация ЛПНП гипохлоритом, продуктом деятельности миелопероксидазы, ферментом врожденного иммунитета.

**Цель.** Выявить в крови пациентов наличие аутоантител к гипохлорит-модифицированным ЛПНП (гипохлорит-ЛПНП) и проверить их специфичность.

**Материалы и методы.** В исследовании принимало участие 163 человека. Уровень ААТ оценивали методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА). В качестве антигенов использовались человеческий сывороточный альбумин и человеческие ЛПНП модифицированные *in vitro* системой HOCl/NaOCl, малоновым диальдегидом и уксусным ангидридом. Уровень антител выражали в относительных единицах (разница значений ОП, полученных для модифицированного и нативного белка). Специфичность ААТ проверяли методом конкурентного ИФА, в качестве конкурентов использовали перечисленные выше модифицированные ЛПНП.

**Результаты.** У большинства пациентов в сыворотке крови были обнаружены ААТ классов IgG и IgM к гипохлорит-модифицированным ЛПНП. Взаимодействие указанных ААТ с гипохлорит-ЛПНП ингибировалось только собственным антигеном (т.е. самим гипохлорит-ЛПНП), но не нативными, ацетилированными или MDA-модифицированными ЛПНП. Эти данные свидетельствуют о высокой специфичности этих антител. Использование вместо липопротеинов аналогичным образом модифицированного человеческого сывороточного альбумина приводит к схожим результатам, что позволяет использовать его в качестве модельного белка.

**Выводы.** Модификация ЛПНП гипохлоритом приводит к формированию эпитопов, отличных от продуктов ацетилирования и MDA-модификации липопротеинов. Эти эпитопы ответственны за образование специфических АТ классов IgG и IgM.

### THE SPECIFICITY OF THE ANTIBODIES TO LOW-DENSITY LIPOPROTEIN, MODIFIED BY MYELOPEROXIDASE

Ivantsova A.A., Belik I.V.

Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine" St. Petersburg, Russia,  
[anna.ivantcova@gmail.com](mailto:anna.ivantcova@gmail.com)

**Introduction.** Circulating antibodies (Abs) against various modifications of low-density lipoprotein (LDL) were detected in human blood. Among the immunogenic and pro-atherogenic modification of LDL the modification by hypochlorite – product of myeloperoxidase, an enzyme innate immunity, is interesting for us.

**Purpose.** To identify the presence of Abs against the hypochlorite-modified LDL (hypochlorite-LDL) in human serum. To prove the specificity of Abs against the hypochlorite-LDL.

**Methods.** The study involved 163 people. Abs levels were assessed by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). As the antigens, human serum albumin and human LDL modified by *in vitro* system HOCl/NaOCl, malondialdehyde and acetic anhydride. Antibody levels are expressed in relative units (results of native LDL wells were subtracted from results of the modified LDL). Specificity of Abs was tested by competitive ELISA, modified LDL, that mentioned above, were used as competitors.

**Results.** Abs to hypochlorite-LDL was detected in the serum samples. Reaction between these Abs and hypochlorite-LDL was inhibited only by self antigen (i.e., by hypochlorite-LDL), but not native, acetylated or MDA-modified LDL. These data suggest a high specificity of these antibodies. Using a modified human serum albumin instead of lipoproteins leads to similar results: so it can be used as a model protein.

**Conclusions.** A modification of LDL by hypochlorite leads to the formation of epitopes other than products of acetylation and MDA-modification of lipoproteins. These epitopes are responsible for the formation of specific antibodies (IgG and IgM).

### ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ «LEARNING BREAKTHROUGH KIT (BALAMETRICS)» В КОРРЕКЦИИ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ

Измайлова А.Х.

Ассоциация детских нейропсихологов г.Москвы (ООО «Детские нейропсихологи г.Москвы»), Москва,  
Россия, [info@neiropsy.ru](mailto:info@neiropsy.ru)

Ассоциация детских нейропсихологов г.Москвы ([www.neiropsy.ru](http://www.neiropsy.ru)) занимается диагностированием отклонений психического развития ребенка, начиная с 3,5 лет, и последующей коррекцией выявленных отклонений, используя нейропсихологический подход в своей работе. К нам обращаются с различными проблемами детского развития таких как ЗПР, ЗРР, СДВГ, ММД, РДА, школьная неуспеваемость и др. В своей работе мы используем нейропсихологические методы коррекции, а также специальное оборудование «Learning Breakthrough Kit (Balametrics)», в дальнейшем «ЛБК». При выполнении определенных упражнений с использованием данного оборудования одновременно задействуются различные сенсорные системы ребенка (тактильная, зрительная, слухоречевая, вестибулярная, кинестетическая), что позволяет увеличивать количество нейронных связей головного мозга ребенка, интегрировать работу сенсорных систем и улучшать их взаимодействие. Балансировочная доска F.Belgau («Balance Board F.Belgau»), являющаяся ключевым компонентом оборудования, имеет устойчивую поверхность и позволяет

стимулировать мозжечковые отделы мозга ребенка, развивать вестибулярный аппарат за счет удержания ребенком равновесия (баланса). Уровень сложности удержания равновесия регулируется специалистом в зависимости от программы занятия.

Помимо доски оборудование включает в себя другие элементы, и только используя весь комплект оборудования возможно добиться эффективных результатов в коррекционной работе и максимального стимулирования мозжечкового отдела головного мозга ребенка, лобных отделов, стволовых структур, периферической нервной системы, моторных и речевых центров.

В Ассоциации детских нейропсихологов г.Москвы оборудование «LBK» хорошо зарекомендовало себя в работе с детьми при нарушениях аутистического спектра, координации, внимания, моторной ловкости, дисграфии, дислексии, задержках психоречевого развития, гиперактивности. Для коррекции подобных нарушений нашими специалистами была разработана специальная программа упражнений с использованием данного оборудования, после прохождения которой у детей отмечаются развитие межполушарного взаимодействия, зрительно-пространственных представлений, зрительно-моторной координации, внимания, зрительно-оптического поля, стабилизация работы вестибулярной системы. Данная программа продолжает совершенствоваться специалистами Ассоциации детских нейропсихологов г. Москвы, ведутся исследования других возможностей его использования в работе с детьми и взрослыми.

### **POSSIBILITIES OF USING "LEARNING BREAKTHROUGH KIT (BALAMETRICS)" IN CHILDREN'S PSYCHOPHYSICAL DEVELOPMENT CORRECTION**

**Izmaylova A.Kh.**

Association of Pediatric neuropsychologists of Moscow ("Pediatric neuropsychologists of Moscow" LLC), Moscow, Russia, info@neiropsy.ru

Association of Pediatric neuropsychologists of Moscow (www.neiropsy.ru) is engaged in diagnosing of abnormalities of mental development of a child, since 3.5 years, with the subsequent correction of identified abnormalities using neuropsychological approach in their work. People turn to us with various problems of child development such as developmental delay, developmental speech delay, attention deficit hyperactivity disorder, syndrome of minimal brain dysfunction, Early Infantile Autism, school underachievement, etc. In our work we use neuropsychological methods of correction and special equipment "Learning Breakthrough Kit (Balametrics)", hereinafter "LBK". When performing certain exercises using the equipment various sensory systems of the child are engaged at the same time (tactile, visual, audio-verbal, vestibular, kinesthetic ones), which allows to increase the number of neural connections of the brain of a child, to integrate the work of the sensory systems and improve their interaction. Balance Board F.Belgau, which is a key component of the equipment, has an unstable surface and stimulates cerebellar sections of a child's brain, develops vestibular system by holding the equilibrium (balance) by a child. The level of complexity of holding the equilibrium is regulated by a specialist, depending on the program of lesson.

In addition to the board the equipment includes other elements, and achievement of effective results in correctional work and maximum stimulation of cerebellar section of the brain of a child, the frontal areas, brain stem structures, peripheral nervous system, motor and speech centers is possible only using the full set of equipment.

In Association of Pediatric neuropsychologists of Moscow equipment "LBK" has proved itself in working with children with autistic spectrum disorders, coordination, attention, motor dexterity, dysgraphia, dyslexia, mental and speech development delays, hyperactivity. To correct such violations our experts designed a special program of exercises with the use of this equipment, after passing of which the development in children interhemispheric interaction, visuospatial representation, visual-motor coordination, attention, visual- optical field, stabilization of the vestibular system are noted. The experts of the Association of Pediatric neuropsychologists of Moscow continue to improve this program, conduct the studies of other possibilities of its use in working with children and adults.

### **ШИЗОТИПИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ У ТВОРЧЕСКОЙ ЛИЧНОСТИ. РЕЗУЛЬТАТЫ КРОСС-КУЛЬТУРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Ильиных А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия, banyuhova@gmail.com

### **SCHIZOTYPAL TRAITS IN CREATIVE PERSONALITY. FINDINGS FROM A CROSS-CULTURAL STUDY**

**Ilinykh A.**

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia, banyuhova@gmail.com

Creativity has been associated with mental illness for centuries. Due to the literature creativity seems to be associated only with "mild forms" or less severe manifestations of the schizophrenia spectrum (Fisher et al., 2004, 2013; Fink et al., 2013; Nelson & Rawlings, 2010), such as schizotypy. ). Schizotypal personality disorder can be found in the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-V, 2011) and is characterized by significant impairments in personality and interpersonal functioning, impairments in personality trait expression, cognitive or perceptual distortions, eccentric behaviour, and restricted or negative affectivity. Schizotypy does not require the degree of impairment or distress that is required for schizotypal personality disorder and schizophrenia. Schizotypy has been associated with a greater number of unique responses on divergent thinking measures (Green & Williams, 1999), which is considered a core component of creative thinking (Guilford, 1950; 1956). Studying different psychometric measures of creativity, Batey and Furnham (2008) found that creativity was positively associated with unusual experiences and impulsive nonconformity, but negatively with cognitive disorganization. Similarly, Claridge and Blakey (2009) observed significant correlations between positive schizotypy (unusual experience) and self-assessed creativity. Whether the schizophrenia spectrum invokes creative performance or vice versa has, however, not been resolved conclusively. In fact, a third variable, e.g. culture, may actually mediate this association (Silvia and Kaufman, 2010).

We were particularly interested in cultural influences on creativity and the association between creativity and schizotypy. Creative processes and products are some of the most heavily culturally determined behaviors. For example, a behavior that is regarded as innovative or creative in one culture may be considered nonsense or even psychotic in another. In fact, not only does culture influence how creativity is defined and assessed, but it may also mediate how creativity is associated with individual – in particular, psychopathological – traits (Cropley & Cropley, 2009; Ilinykh, 2014).

According to previous studies, creativity is related to schizotypy. Nevertheless, other studies have shown that creativity in terms of psychometrically tested ability (or creative potential) can generally be distinguished from real-life creative achievement. In this regard, we aimed to determine whether schizotypal traits could account for creative potential and real-life creative achievements. In other words, are there positive or negative associations between schizotypal personality traits and creativity as potential or real-life activity, and how do these associations vary with regard to cultural background? To investigate the possible role of such confounds, we administered the Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ) (Raine, 1991), verbal and figural creativity tasks, as well as a self-rated creative achievements questionnaire to a sample of healthy young adults from Germany and Russia with similar demographic backgrounds with regard to age, years of study, and university discipline. Fifty-four German students (32 women,  $M_{age} = 21.9$ , age range: 18–32 years) from Humboldt and Free University Berlin and fifty-eight Russian students (27 women,  $M_{age} = 21.7$ , age range: 18–31 years) from Novosibirsk State Technical University participated in this study.

First, German compared to Russian participants showed higher scores in creative measures (verbal and figural originality, composite creativity), as well as in the positive schizotypal scale ideas of reference. Russian compared to German participants scored higher on the creative measure of figural flexibility and the negative schizotypal scale of having no close friends. In fact, regarding the creativity and schizotypy measures, we observed that Russian women scored higher on figural flexibility and eccentric behavior than German women. Second, psychometrically determined creative potential was significantly predicted from schizotypal personality traits. In the German sample, the significant predictors were lower levels of odd speech and constricted affect and higher levels of odd beliefs and having no close friends. In the Russian sample only, excessive social anxiety significantly negatively predicted verbal originality. Third, in both samples, individuals with real-life creative achievements showed higher figural originality and lower schizotypal personality traits compared with individuals without real-life achievements.

In summary, we replicated prior studies that had found that creativity can be predicted from schizotypal personality traits. We demonstrated that negative and disorganized traits are negatively related to creativity and positive traits are positively related to creative abilities. Further, we found cultural and gender differences with regard to the measures of creativity and schizotypy. We also showed that schizotypal traits that predict creative potential are specific in each culture. Previous findings were extended by considering real-life dimensions of creativity and schizotypy. Creative abilities, such as figural originality and figural flexibility, are associated with real-life creative achievements, whereas schizotypal personality traits are not associated with real-life creativity. These results show that the process of developing creative real-world achievements rather than the results of these processes should be taken into consideration when disentangling the mechanisms that drive human innovation and creative potential.

### **ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС В ЦНС: ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И АНТИОКСИДАНТЫ**

**Иноземцев А.Н.<sup>1</sup>, Карпущина О.В.<sup>1,3</sup>, Бокиева С.Б.<sup>2</sup>, Гумаргалиева К.З.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова; <sup>2</sup>Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, <sup>3</sup>ФГБУН Институт химической физики им. Н.Н. Семёнова; Москва, Россия. a\_inozemtsev@mail.ru

Окислительный стресс характеризуется генерацией активных форм кислорода, которая строго регулируется хорошо сбалансированной антиоксидантной системой. Хотя кислород является необходимым для жизни, избыток активных форм кислорода негативно воздействует на клетку нервной системы и приводит к ряду патологий, таких как болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, старческая деменция и многих других нервных расстройств. При этих патологических состояниях при участии активных форм кислорода или других свободных радикалов окисление полиненасыщенных жирных кислот клеток мозга усиливается ионами тяжёлых металлов. Антиоксиданты уменьшают выраженность окислительного стресса путем формирования менее активных радикалов или устранением повреждения, созданного свободно-радикальными цепными реакциями.

В работе установлено, что водные растворы диацетата свинца (10-7 моль/л) и молибдата аммония (10-5 моль/л) угнетали выработку реакции избегания у крыс в челночной камере. Пирацетам (300 мг/кг), широко используемый для защиты ЦНС от агрессивных воздействий, в одной из серий опытов противодействовал нейротоксическому влиянию соли свинца сопоставимым с аскорбиновой кислотой (250 мг/кг) образом, а в другой – усугублял вызываемое свинцом угнетение выработки реакции избегания. Такой неоднозначный эффект пирацетама объясняется тем, что указанная соль при взаимодействии с ним может при определённых условиях, неконтролируемых экспериментатором, приводить к образованию промежуточных продуктов, которые влияют на функциональные свойства ноотропа и ухудшают обучение и память животных. Интересным представляется результат сочетанного воздействия на обучение и память животных каждого из лекарственных веществ с молибдатом аммония. Было установлено, что эффект от такого сочетанного воздействия оказался выше, чем от отдельного воздействия как пирацетама, так и аскорбиновой кислоты.

Из полученных данных следует, во-первых, что препараты с антиоксидантной активностью способны ослаблять нейротоксическое влияние тяжёлых металлов, а во-вторых, что взаимодействие лекарственных средств с тяжёлыми металлами, имеющее место в реальных условиях (и мало изученное), таит в себе непредсказуемые последствия и может представлять опасность для здоровья человека и животных в регионах с большим содержанием тяжёлых металлов в окружающей среде.

## OXIDATIVE STRESS IN THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM: HEAVY METALS AND ANTIOXIDANTS

Inozemtsev A.N.<sup>1</sup>, Karpukhina O.V.<sup>1,3</sup>, Bokieva S.B.<sup>2</sup>, Gumarqalieva K.Z.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University; <sup>2</sup>North Ossetian State University, Vladikavkaz;

<sup>3</sup>Semenov Institute of Chemical Physics RAS; Moscow, Russia, [a\\_inozemtsev@mail.ru](mailto:a_inozemtsev@mail.ru)

Oxidative stress is characterized by generation of reactive oxygen species, which is strictly regulated by a well balanced antioxidant system. Oxygen is essential for life, but an excess of reactive oxygen species negatively affects the cells of the nervous system and leads to a number of pathologies, such as Alzheimer's disease, Parkinson's disease, senile dementia and many other neurological disorders. Under these pathological conditions with the participation of reactive oxygen species or other free radicals, oxidation of polyunsaturated fatty acids of brain cells is enhanced by heavy metal ions. Antioxidants reduce the severity of oxidative stress by forming less active radicals or fix damage created by free radical chain reactions.

The work found that an aqueous solution of diacetate of lead (10<sup>-7</sup> mol/l) and ammonium molybdate (10<sup>-5</sup> mol/l) inhibited the conditioning of avoidance responses in rats in the Shuttle chamber. Piracetam (300 mg/kg), widely used to protect the CNS against aggressive impacts, in one of experiments series counteracted the neurotoxic effect of lead salt in comparable degree with ascorbic acid (250 mg/kg), and in the other one increased the inhibition of avoidance conditioning caused by the salt. This ambiguous effect of piracetam is due to the fact that the salt in the interaction with it can under certain circumstances, uncontrolled by the experimenter, lead to the formation of intermediate products that affect the functional properties of the nootropic and impair learning and memory of animals. Interesting is the result of the combined impact on the learning and memory of animals of each of drug substances with ammonium molybdate. It was found that the effect of this combined exposure was higher than the separate effects of both piracetam and ascorbic acid.

The data obtained indicate, firstly, that drugs with antioxidant activity are able to reduce the neurotoxic effects of heavy metals, and secondly that the interaction of medicines with heavy metals occurring in the real world (and little studied), is fraught with unpredictable consequences and may pose a risk to the health of humans and animals in regions with a high content of heavy metals in the environment.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Ионкина Е.Г.<sup>1</sup>, Колчин А.В.<sup>2</sup>, Крылова Е.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия;  
[helena.ionkina@gmail.com](mailto:helena.ionkina@gmail.com)

Разработана, собрана и отлажена портативная установка для регистрации электрической активности головного мозга, которая была успешно использована для регистрации электроэнцефалограммы и ноцицептивных вызванных потенциалов в соматосенсорной S<sub>1</sub>HL и передней поясной C<sub>9</sub> областях правого полушария коры головного мозга крысы.

Установка базируется на 16-канальном АЦП usbdx-fast и 4-канальных модулях-усилителях, собранных по открытым спецификациям, предоставленным Incite Technology Ltd., Computing & Maths Dept., University of Stirling, Великобритания. Генерация стимулирующих импульсов, подаваемых на хвост экспериментального животного (крысы-самцы Wistar) через токовый изолятор A365 производства World Precision Instruments, Inc., и регистрация электрофизиологических данных осуществлялись портативным компьютером на базе процессора Intel Pentium IV (в нашем случае IBM ThinkPad G40) или микрокомпьютером типа Raspberry Pi 2 на базе процессора ARM Cortex-A7 под управлением Linux с использованием открытого программного обеспечения проекта Comedi. Задачи генерации импульсов и регистрации данных также могут выполняться параллельно на выделенных компьютерах указанных архитектур.

Важными характеристиками данной электрофизиологической установки является высокая чувствительность ( $\mu$ V), высокое разрешение измерений (частота дискретизации до 100 кГц на канал), отсутствие каких-либо фильтров входного сигнала в составе как АЦП, так и усилителей, что ведет к практическому отсутствию потерь аналоговых данных при регистрации биоэлектрической активности головного мозга в режиме реального времени.

Предотвращение искажения регистрируемого сигнала в условиях интенсивного электромагнитного загрязнения окружающей среды было обеспечено многослойным экранированием аналоговой части и обеспечением автономного питания установки постоянным током.

Совокупность решений, примененных при сборке, настройке и практическом использовании установки, обладает новизной и позволяет решать широкий круг задач в области электрофизиологии.

Все исследования на лабораторных животных проводились согласно принципам GLP.

## SOME ASPECTS IN ACQUISITION OF BRAIN ELECTRICAL ACTIVITY

Ionkina H.G.<sup>1</sup>, Kolchin A.V.<sup>2</sup>, Krylova E.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The State Education Institution of Higher Professional Training  
The First Sechenov Moscow State Medical University

under Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>The Federal State-Funded Education Institution of Higher Training  
Moscow Automobile and Road Construction State Technical University — MADI, Moscow, Russia;  
[helena.ionkina@gmail.com](mailto:helena.ionkina@gmail.com)

We developed, implemented, and fine-tuned a portable system for acquisition of the electrical activity of a brain, which was successfully utilised to acquire the electroencephalogram and nociceptive evoked potentials in the

somatosensory S<sub>1</sub>HL and the anterior cingulate Cg areas of cerebral cortex in the right hemisphere in rats.

The system is based on a 16-channel analogue-to-digital converter usbdx-fast and 4-channel amplifier modules assembled to the open specifications provided by Incite Technology Ltd., Computing & Maths Dept., University of Stirling, United Kingdom. The generation of the stimuli routed to the tail of an experimental animal (a male Wistar rat) via the constant current isolator unit A365 produced by World Precision Instruments, Inc., and the acquisition of electrophysiological data were carried out with the use of either an Intel Pentium IV-based portable computer (an IBM ThinkPad G40 in our study) or a Raspberry Pi 2 ARM Cortex-A7-based microcomputer loaded with Linux with the Comedi project open-source software. Both of the present operations can also be executed concurrently on dedicated computers of the above architectures.

The key features of the system consist of the following: high sensitivity ( $\mu\text{V}$ ); high-resolution measurement (discretisation up to a hundred kHz per channel); presence of no filters of the input signal in both the analogue-to-digital converter and amplifier modules; this results in the near absence of analogue data loss while acquiring the real time brain bioelectrical activity.

The problem to prevent garbling of the input data due to intense electromagnetic pollution of the environment was solved by making use of a multilayer shielding of the analogue part of the system and by using an autonomous direct current source to feed the whole system.

The battery of solutions we have used while developing and setting up this system are pioneering and allow us to deal with a wide range of problems of electrophysiology.

All investigations on laboratory animals were carried out in compliance with the GLP principles.

### **ИСТОЧНИКИ ГЕМОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ, ЗНАЧИМЫЕ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ МЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В ИМК, ОСНОВАННОГО НА БИКС**

**Исаев М.Р.<sup>1</sup>, Оганесян В.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет), Долгопрудный, Московская обл., Россия; <sup>2</sup>Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; shycmymruk@yandex.ru

В качестве метода для исследования активности головного мозга в последнее время становится популярным использовать спектроскопию в ближнем инфракрасном диапазоне (БИКС). Главной особенностью метода является возможность регистрации изменений интенсивности локального кровотока в заданной области коры головного мозга. Получаемая информация аналогична регистрируемому в МРТ BOLD-ответу. В частности, выполнение испытуемым различных ментальных задач, таких как визуальные представления, двигательные акты и их имитации вызывают активность нейронов в соответствующих представлениях в коре головного мозга, что в свою очередь вызывает изменение локального кровотока.

В данной работе для регистрации гемодинамического ответа использовался прибор NIRScout. Пары источников и приемников излучения, расположенные на поверхности головы, формировали каналы БИКС. В качестве ментальных задач использовались воображаемые и реальные движения конечностей. Целью работы являлся поиск каналов БИКС-системы, являющихся наиболее информативными для идентификации источников гемодинамической активности, соответствующих выполнению поставленных ментальных задач, а также сопоставление этих источников с полями Бродмана.

Для каждого эксперимента осуществлялся поиск каналов, дающих наибольший вклад в повышение качества распознавания ментальных состояний. Результаты поиска усреднялись по всем экспериментальным записям для каждого испытуемого. Для локализации областей, содержащих такие каналы БИКС, условное положение канала на поверхности головы проецировалось на кору мозга в стандартном атласе MNI. Найденные области были сопоставлены с представлениями об электрической активности мозга. Было обнаружено, что наиболее значимые каналы располагались непосредственно над двигательными зонами.

Полученные результаты могут быть использованы для выявления специфической активности мозга с диагностическими и научными целями, а также для построения систем типа ИМК.

### **RELEVANT HEMODYNAMIC SOURCES TO RECOGNITION OF MENTAL TASKS IN NIRS-BASED BCI**

**Isaev M.R.<sup>1</sup>, Oganessian V.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Moscow Institute of Physics and Technology (State University), Dolgoprudny, Moscow Oblast, Russia; <sup>2</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia; shycmymruk@yandex.ru

Near infrared spectroscopy (NIRS) has recently become popular as a method for the study of brain activity. The main feature of the method is the possibility of detecting intensity changes in local blood flow in a certain area of the cerebral cortex. Obtained information is similar to the BOLD-response in MRI. Particularly, if subjects perform various mental tasks such as visual imaging, motor acts and their imaging, neuronal activity in the respective areas in the cerebral cortex causes a change in the local blood flow.

In this research, NIRScout device was used to record the hemodynamic response. Couples of light sources and detectors located on the surface of the head formed NIRS channels. Real movements of limbs and imagination of these movements used as mental states. The aim was to find channels of NIRS system, which are the most informative to identify hemodynamic activity sources, relevant to the performing of mental tasks, as well as a comparison of these sources with Brodmann areas.

In each experiment we found channels that provide the greatest contribution to improving the quality of recognition of mental states. The results were averaged over all experimental records for each subject. To localize areas containing these NIRS channels, we projected conventional channel position on the surface of the head onto the cerebral cortex in a standard MNI atlas. Found regions were compared with conception of the electrical activity of the brain. It has been found that the most important channels are located directly above the motor areas.

Obtained results can be used to identify specific brain activity with diagnostic and scientific purposes as well as for the construction of BCI systems.



## **ОБ ИЗМЕНЕНИИ ВЕГЕТАТИВНОГО КОМПОНЕНТА ТРЕВОЖНОСТИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛИ В ПРОЦЕССЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ**

**Ишинова В.А., Митякова О.Н., Поворинский А.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-практический центр медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта Минтруда России», Санкт-Петербург, Россия; e-mail: [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

Хроническая боль (ХБ) является одним из самых значимых симптомов для больных. Она оказывает негативное влияние на их эмоциональную сферу и приводит к изменениям в нейрогуморальных и вегетативных системах, которые играют регуляторную и адаптационную роль.

Цель работы: исследование зависимости психофизиологического состояния больных с заболеваниями опорно-двигательного аппарата от степени выраженности ХБ в процессе психофизиологической саморегуляции.

Материалы и методы. Было обследовано 47 пациентов с соматогенной (СБ) болью (средний возраст – 59,04±17,11), страдающих заболеваниями опорно-двигательного (ОДА) аппарата (гр. 1); 72 пациента с фантомной (ФБ) болью (гр. 2) (средний возраст – 60,02±11,17).

Для определения интенсивности боли применялась «числовая рейтинговая шкала боли»; уровней соматизации (СОМ – отражает выраженность вегетативных реакций со стороны сердечно-сосудистой системы), тревожности (АНХ) с помощью опросника SCL-90-R; Вегетативный коэффициент «ВК» – (эрготропные и трофотропные тенденции) с помощью теста Люшера; для устранения ХБ был проведен курс эмпатотехники. Проводилась статистическая обработка полученных результатов.

Результаты. У больных обеих групп ХБ сильной степени интенсивности (гр. 1 – 6,68±0,32; гр.2 – 6,61±0,21) сопровождалась повышенными уровнями: гр. 1 – АНХ (0,86±0,09), СОМ (1,08±0,13), ВК – у 50% больных выявлены эрготропные, а у 45,45% – трофотропные тенденции; гр. 2 – АНХ (0,45±0,04), СОМ (0,82±0,06), ВК – в 45,57% случаев выявлены эрготропные, а в 36,71% – трофотропные тенденции. К концу курса отмечалось достоверное ( $p < 0,01$ ) снижение интенсивности ХБ (гр. 1 – 2,35±0,29; гр.2 – 1,72±0,12) и снижение уровней: АНХ (гр.1 – 0,48±0,06; гр.2 – 0,22±0,03) и СОМ (гр.1 – 0,61±0,06; гр.2 – 0,44±0,04). При этом, если у больных с ОДА отмечалось уменьшение числа пациентов с эрготропными тенденциями (42,11%), то в гр. 2 – их увеличение (57,15%).

Таким образом, у всех больных на фоне ХБ, сопровождающейся повышенными значениями АНХ и СОМ, выявлена неустойчивость вегетативного тонуса, что проявлялось в колебаниях от признаков астенизации до повышенной возбудимости. При этом признаки хронического переутомления и признаки перевозбуждения наблюдались в обеих группах. К концу курса уменьшение уровней АНХ и СОМ на фоне уменьшения интенсивности ХБ сопровождалось преобладанием средних диапазонов ВК, характеризующихся большей стабильностью и психофизиологической мобилизованностью. Полученные результаты подтверждают зависимость вегетативных проявлений от степени выраженности ХБ.

## **ABOUT CHANGES OF THE AUTONOMIC COMPONENT OF THE ANXIETY IN CHRONIC PAIN IN THE PROCESS OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL SELF-REGULATION**

**Ishinova V.A., Mityakova O.N., Povorinsky A.A.**

Federal State Institution St.Petersburg Scientific and Practical Centre of Medical and Social Expertise, Prosthetics and Rehabilitation named after G.A.Albrecht of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation, St.Petersburg, Russia; [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

Chronic pain (CP) is one of the most important symptoms for patients. CP has a negative influence on emotional condition of the patients and leads to the changes in the neurohumoral and autonomic systems which play an important role in the processes of the regulation and adaptation.

Objective: to investigate the dependence of the psychophysiological state of the patients with diseases of the musculoskeletal system from intensity of CP during the psycho-physiological self-regulation.

Materials and methods. We examined: group 1 – 47 patients with the somatogenic (CtP) pain (mean age 59.04±17.11). Patients had the diseases of the musculoskeletal system (DMS); group 2 – 72 patients with phantom (PhP) pain (mean age – 35.12 ± 11. 33).

The course of empatho-technique was given for reduction of the intensity of CP. For valuation of psychophysiological state had been used the methods: the intensity of CtP and PhP before the first and after the last sessions of empatho-technique was used "numerical rating scale of the pain": the levels of somatization (COM – reflects intensity of the autonomic reactions on the part of the cardiovascular system) and anxiety (ANX) using a questionnaire SCL-90-R; autonomic coefficient "AC" – (activity of the ergotropic and trophotropic trends) using Luscher test. Statistical processing of received results had been carried.

Results. Patients of the both groups had CP of the high-level of the intensity (gr.1 – 6,68 ± 0,32; gr. 2 – 6,61 ± 0,21) which was accompanied by elevated levels: gr. 1 – ANX (0,86 ± 0,09), COM (1,08 ± 0,13), AC – 50% of patients had ergotropic trends, 45,45% – trophotropic trends; gr. 2 – ANX (0,45 ± 0,04), COM (0,82 ± 0,06), AC – 45,57% of patients had the ergotropic trends and 36,71% – trophotropic trends.

The significant ( $p < 0,01$ ) reduction of the intensity of CP (gr. 1 – 2,35 ± 0,29; gr. 2 – 1,72 ± 0,12) was accompanied by the decreased levels: ANX (gr.1 – 0,48 ± 0,06; gr. 2 – 0,22 ± 0,03) and COM (gr.1 – 0,61 ± 0,06; gr. 2 – 0,44 ± 0,04) in the end of the course of the empatho-technique. Moreover, it was found the decrease of the ergotropic trends (42,11%) in the patients with CtP, and the increase of the numbers of the patients with the ergotropic trends (57,15%) in the patients with PhP.

Thus, in all patients on the background of CP, which was accompanied by increased values of ANX and COM, it was found the instability of the autonomic tonus (AC). The instability was presented as the fluctuations from the signs of the asthenia to the signs of the increased excitability. In this case the symptoms of the chronic fatigue and the hypererethism had been found in both groups. At the end of the course of the psychophysiological self-regulation it was found reduced the levels of CP, anxiety and somatization in all patients. The indicators of the

vegetative coefficient were in the average range and were characterized by the greater stability and the psychophysiological mobilization. The results confirm the dependence of the autonomic tonus from the severity of CP.

### **ОБ ИЗМЕНЕНИИ СУБЪЕКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСТСТИМУЛЬНОЙ БОЛИ У ПАЦИЕНТОВ С НЕВРОПАТИЧЕСКОЙ И ПСИХОГЕННОЙ БОЛЬЮ В ПРОЦЕССЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ**

**Ишинова В.А., Горчанинов О.Н., Стебелькова О.А., Наваховская Л.Ю., Корнеев И.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-практический центр медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта Минтруда России», Санкт-Петербург, Россия; [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

Установлено, что сеансы психофизиологической саморегуляции (эмпатотехники) у больных с психогенной болью (ПБ) приводили к полному исчезновению боли и уменьшению колебаний порогов болевой чувствительности. Было выявлено изменение субъективных характеристик пост-стимульной боли (ПсБ). В связи с этим целью настоящей работы явилось исследование изменений субъективных характеристик постстимульной боли у пациентов с невропатической болью в начале и в конце курса эмпатотехники.

**Материалы и методы.** Было обследовано 47 (группа 1) пациентов с невропатической (фантомной болью – ФБ) болью (средний возраст  $60,03 \pm 11,17$ ) и 49 пациентов с соматоформными расстройствами (группа 2) с психогенной (ПБ) болью (средний возраст –  $35,12 \pm 11,33$ ). Для устранения ФБ и ПБ проводился курс эмпатотехники.

Для оценки психофизиологического состояния использовались методики: пороги ПсБ определялись с помощью фокусированного ультразвука до и после первого и последнего сеансов; интенсивность ФБ и ПБ до первого и после последнего сеансов эмпатотехники определялась с помощью «числовой рейтинговой шкалы боли». Проводилась статистическая обработка полученных данных.

**Результаты и обсуждение.** Перед первым сеансом эмпатотехники у пациентов с ФБ ( $6,95 \pm 0,31$  баллов) и ПБ ( $7,06 \pm 0,34$  баллов) сильной степени интенсивности пороги ПсБ соответствовали:  $49,61 \pm 6,14$  сек. (группа 1) и  $31,39 \pm 4,5$  сек. (группа 2). После сеанса наблюдалось незначительное их снижение в обеих группах. В конце курса на фоне существенного снижения интенсивности ФБ ( $1,73 \pm 0,13$ ) и ПБ ( $2,50 \pm 0,23$ ) отмечалось существенное ( $p < 0,01$ ) снижение порогов ПсБ. Внутригрупповые колебания порогов ПсБ в начале курса при ФБ составили  $28,91 \pm 5,41$  сек, при ПБ –  $27,18 \pm 5,13$  сек., что достоверно отличало их от показателей колебаний порогов ПсБ в конце курса ( $19,42 \pm 3,90$  и  $16,05 \pm 4,06$ ). Исследование субъективных характеристик ПсБ показало, что ощущения ПсБ чаще локализовались в подкожных тканях, чем в коже у пациентов обеих групп. Характер ощущений ПсБ отличался: при ФБ чаще встречались ощущения «колющей» боли в начале и в конце курса, при ПБ чаще наблюдались случаи «жгучей» и «токоподобной».

Таким образом, к концу курса на фоне отсутствия ФБ и ПБ выявлено уменьшение порогов ПсБ и их колебаний в обеих группах. Несмотря на различия в характере ПсБ полученные данные подтверждают вовлечение в формирование этих ощущений А $\delta$  и С афферентных нервных волокон. Редуцирующее влияние эмпатотехники на интенсивность ощущения боли может быть реализовано за счет активации антиноцицептивной системы и снижения активности ноцицептивной системы.

### **ABOUT CHANGES SUBJECTIVE CHARACTERISTICS OF THE POST-STIMULUS PAIN IN PATIENTS WITH PHANTOM AND PSYCHOGENIC PAIN DURING PSYCHOPHYSIOLOGICAL SELF-REGULATION**

**Ishinova V.A., Gorchaninov O.N., Stebelkova O.A., Navahovskaya L.Y., Korneev I.V.**

Federal State Institution St.Petersburg Scientific and Practical Centre of Medical and Social Expertise, Prosthetics and Rehabilitation named after G.A.Albrecht of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation, St.Petersburg, Russia; [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

It has been established that the sessions of psycho-physiological self-regulation (empatho-technique) for patients with psychogenic pain (PP) contributed to the elimination of pain and reduction of the oscillations of the thresholds of pain sensitivity. We have now found the change of the subjective characteristics of the post-stimulus pain (PsP) in patients with PP. In this regard, the purpose of this work was to investigate the changes in the subjective characteristics of PsP in patients with phantom pain at the beginning and at the end of the course empatho-technique.

**Materials and methods.** We examined 47 (group 1) patients with phantom (PhP) pain (mean age  $60,03 \pm 11,17$ ) and 49 patients with somatoform disorders (group 2) with PP (mean age –  $35,12 \pm 11,33$ ). The course of empatho-technique was given for reduction of the pain. For valuation of psycho-physiological state of the ET had been used the methods: the thresholds PsP were determined using focused ultrasound before and after the first and last sessions. The intensity of PhP and PP before the first and after the last sessions of empatho-technique was determined of using "numerical rating scale of the pain". Statistical processing of received results was carried out.

**Results and discussion.** The patients of both groups had a high level of pain intensity (PhP –  $6,95 \pm 0,31$  points; PP –  $7,06 \pm 0,34$  points) before the first session of empatho-technique. Thresholds of PsP corresponded:  $49,61 \pm 6,14$  sec. (group 1) and  $31,39 \pm 4,5$  sec. (group 2). The slight decrease of the thresholds of PsP was observed in both groups after the first session. Significant ( $p < 0,01$ ) reduction of the intensity of PhP ( $1,73 \pm 0,13$ ) and PP ( $2,50 \pm 0,23$ ) and reduction of PsP thresholds was observed at the end of this course. The patients with PhP had the intra-group fluctuations of the thresholds of PsP –  $28,91 \pm 5,41$  sec. and patients with PP –  $27,18 \pm 5,13$  sec. These results had significant ( $p < 0,01$ ) differences with the measures of the fluctuations of the thresholds of PsP obtained at the end of the course ( $19,42 \pm 3,90$  and  $16,05 \pm 4,06$ ). Investigation of subjective characteristics of PsP had shown that the sensation of PsP more often are localized in the subcutaneous tissues than in the skin of

patients of both groups. Character the sensations of PsP was different: the sensations of the "stabbing" pain at the beginning and at the end of the course were more often in patients with PhP and the sensations of the "stinging" and "as current" pain were observed more often in patients with PP.

Thus the reduction of the thresholds of PsP and their fluctuations have been detected in both groups at the end of the course in the absence of PhP and PP. These data confirm the involvement in the formation of these sensations Aδ and C afferent nerve fibers. The reduction influence of empatho-technique on the pain was realized by the activation of antinociceptive system and reducing of the activity of the nociceptive system.

### **ЦВЕТ ЗРИТЕЛЬНЫХ ОЩУЩЕНИЙ И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛИ В ПРОЦЕССЕ ЭМПАТОТЕХНИКИ**

**Ишинова В.А., Потемкина С.В., Крутицкий К.Г., Урванцев А.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-практический центр медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта Минтруда России», Санкт-Петербург, Россия; e-mail: [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

Хроническая боль (ХБ) относится к сильным патогенным факторам, нарушает гомеостатическое равновесие организма и влияет на его соматосенсорные функции. Известна роль ХБ в изменении болевой чувствительности и цвета зрительных ощущений (ЦЗО) при психогенной боли (ПБ). При соматогенной боли (СБ) исследования ЦЗО не проводились.

Целью настоящей работы являлось изучение динамики цветового отражения ХБ у пациентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата в начале и в конце курса эмпатотехники.

Материалы и методы. Исследованы: гр. 1 – 47 пациентов (средний возраст – 59,04±17,10) с заболеваниями опорно-двигательного аппарата (ОДА) с ХБ соматогенного происхождения; гр.2 – 39 пациентов с тревожно-фобическими (ТФР) расстройствами (средний возраст 40,56±12,06 лет) с ПБ.

С целью снижения интенсивности ХБ был проведен курс эмпатотехники. Интенсивность ХБ определялась с помощью «числовой рейтинговой шкалы боли». ЦЗО боли исследовался в начале и в конце курса эмпатотехники. С целью определения числовых значений ЦЗО использовалась программа Microsoft Word, в которой пациенты соотносили ЦЗО с цветами во вкладке «Цвет». По выбранному цвету определялись соотношения: R – красный; G – зеленый; B – синий. Проводились статистические исследования.

Результаты и их обсуждение. В начале курса у пациентов обеих групп обнаружена ХБ умеренной степени интенсивности (гр.1: 6,68±0,32 и гр. 2: 5,7±0, 35). ХБ у всех пациентов отражалась преимущественно в цветах длинноволновой части спектра (гр. 1 – «R» 170,02±12,56; «G» 92,03±10,02; «B» 72,53±12,76; гр. 2 – «R» 205,32±12,56; «G» 73,28±16,71; «B» 59,23±14,23) и соответствовала коричневому цвету в гр.1 и красному – в гр. 2. К концу курса снижение (p<0,001) интенсивности ХБ в обеих группах (гр. 1 – 2,35±0,29; гр. 2 – 1, 08±0,12) сопровождалось изменением ЦЗО (гр. 1 – «R» 183,38±8,86; «G» 188,24±9,35; «B» 185,81±8,78; гр. 2 – «R» 149,18±9,36; «G» 144,35±8,17; «B» 182,47±10,19), что соответствовало серо-голубому цвету в гр. 1 и голубому – в гр. 2 Таким образом, у пациентов обеих групп на фоне достоверного снижения интенсивности ХБ наблюдалось смещение ЦЗО от длинноволновых к коротковолновым цветам к концу курса эмпатотехники. Большой разброс цветов по шкале Ланграджа у больных с ТФР, в отличие от пациентов с ОДА, в начале курса мог быть связан с неустойчивостью нейродинамических процессов по результатам исследования ЭЭГ, а снижение интенсивности ПБ и изменение ЦЗО сопровождалось снижением неустойчивости нейродинамических процессов. Можно предположить, что изменение ЦЗО у больных с заболеваниями ОДА также сопровождается снижением неустойчивости нейродинамических процессов, что требует проведения дальнейших исследований.

### **THE COLOUR OF THE VISUAL SENSATIONS AND ITS DEPENDENCE ON THE INTENSITY OF CHRONIC PAIN DURING EMPATHO-TECHNIQUE**

**Ishinova V.A., Potemkina S.V., Krutitskiy K.G., Urvancev A.V.**

Federal State Institution St.Petersburg Scientific and Practical Centre of Medical and Social Expertise, Prosthetics and Rehabilitation named after G.A.Albrecht of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation, St.Petersburg, Russia; [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

Chronic pain (CP) relates to the pathogenic factors, violates the homeostatic balance of the body and influences on the somatosensory functions. It is known the role of CP in the change of pain sensitivity and color visual sensations (CVS) in patients with psychogenic pain (PB). However the researches of CVS in patients with comatogenic pain (CP) were not carried out.

In this regard, the purpose of this work was to investigate of the dynamic of the color of the reflection of CP in patients with diseases of the musculoskeletal system at the beginning and at the end of the course of treatment by empatho-technique (ET).

Materials and methods. Were examined: gr. 1 – 47 patients (mean age – 59,04 ± 17,10) with diseases of musculoskeletal system (DMS) with CP of the somatogenic origin; gr.2 – 39 patients with phobic anxiety (PAD) disorders (mean age 40.56 ± 12.06 years) with PP. The course of ET was conducted in order to reduce the intensity of CP. The intensity of CP before the first and after the last sessions of ET was determined using "numerical rating scale of the pain". CVS was investigated at the beginning and end of the course ET. In order to determine the numerical values of the CVS we used the tab "Color" in Microsoft Word program. In this tab the patients were selecting the color which was close for color of CVS and was determined by the alignment of the colors: R – red; G – green; B – blue.

Results and its discussion. CP of the moderate level of intensity has been found in all patients (gr.1: 6,68±0,32; gr. 2: 5,7±0, 35) at the beginning of the course. HB was reflected advantageously in the colors of the long-wavelength part of the spectrum (gr. 1 – «R» 170,02 ± 12,56; «G» 92,03 ± 10,02; «B» 72,53 ± 12,76;

gr. 2 – «R» 205,32 ± 12,56; «G» 73,28 ± 16,71; «B» 59,23 ± 14,23) in all patients and corresponded to the brown color for gr.1 and red – for gr. 2. The intensity of CP was decreased in all patients (gr. 1 – 2,35±0,29; gr. 2 – 1,08±0,12) at the end of the course. Also CVS was changed (gr. 1 – «R» 183,38 ± 8,86; «G» 188,24 ± 9,35; «B» 185,81 ± 8,78; gr. 2 – «R» 149,18 ± 9,36; «G» 144,35 ± 8,17; «B» 182,47 ± 10,19) to gray-blue in patients of gr. 1, and blue – in gr. 2.

Thus, on the background of reducing the intensity of the CP a shift of CVS from the long – to short – waves colors in patients of both groups at the end of the course ET was observed. The large spread of the colors on the scale of Lagrange in patients with PAD, unlike patients with DMS at the beginning of course could be linked with the instability of the neurodynamic processes in accordance with the results of EEG. And the reduction of the intensity of PP and the changing of CVS to the short-waves colors accompanied by a decrease of the instability of the neurodynamic processes. It can be assumed that changes of CVS in patients with DMS is also accompanied by a decrease of the instability of neurodynamic processes. But this requires further researches.

### **ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ** **Кабардов М.К.<sup>1,2</sup>, Арцишевская Е.В.<sup>2</sup>, Бауэр Е.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Психологический институт РАО»; Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение ВПО «Московский городской психолого-педагогический университет», Москва, Россия; <sup>3</sup>Московская гуманитарно-техническая академия, Москва, Россия; kabardov@mail.ru; rsmirr@mai.ru

Актуальной задачей современных системных исследований является выявление потенциальных ресурсов разного уровня: биологических (психофизиологических, психогенетических и нейропсихологических), социальных (средовых, экологических, социально-психологических), технологических (объективных методов в традиционных образовательных и инновационных системах). Психология развития обязана учитывать и биологические, и культурные процессы, совместно определяющие закономерности развития человека. Исследования развития психофизиологических процессов и нервной системы ведут к пониманию механизмов влияния опыта на формирование мозга человека и позволяют устанавливать связь между поведенческими измерениями и функционированием мозговых структур.

В поиске объективных методов измерения "вклада" природной основы в становлении индивидуальности особое место занимает отечественная дифференциальная психофизиология, созданная Б.М.Тепловым и развиваемая его школой. Поэтому дифференциально- и нейропсихологический и психофизиологический анализ проблемы способностей и одаренности, изучение соотношения «мозг и психика» занимает важное место. Создание на базе этих исследований новых образовательных технологий, научно-обоснованных форм эффективного обучения, позволяют обеспечить программу стратегического развития страны.

Дифференциально-психофизиологические и нейропсихологические параметры высшей нервной деятельности как феномен – получил интерпретацию в системном анализе модели «учитель – метод – ученик» (М. К. Кабардов). Каждая составляющая в триаде имеет природно (задатки, индивидуально-типологические характеристики) и социально (методы обучения, образовательные технологии и пр.) обусловленную вариативность. Смысл поиска подходящих образовательных технологий, методик в том, чтобы дать учащимся с разными индивидуально-типологическими характеристиками оптимальные условия реализации потенциальных возможностей. Тогда и возникает благоприятное соотношение в триаде «учитель – метод – ученик», как ресурсная база для реализации и способностей, и склонностей, и одаренности, а также для появления мотивации учиться, работать в полную силу.

### **DIFFERENTIAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL RESOURCES IN THE EDUCATIONAL SYSTEM** **Kabardov M.K.<sup>1,2</sup>, Artsishevskaya E.V.<sup>2</sup>, Bauer E.A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Federal State Budget Research Institution 'Psychological Institute of the Russian Academy of Education'; Moscow, Russia; <sup>2</sup> Federal State Budget Research Institution VPO 'Moscow City Psychological and Pedagogical University', Moscow, Russia; <sup>3</sup> Moscow Humanities and Technical Academy, Moscow, Russia; kabardov@mail.ru; rsmirr@mai.ru

The urgent problem of the contemporary system researches is to establish the potential resources of different levels: biological (psychophysiological, psychogenetic and neuropsychological), social (environmental, ecological, social and psychological), technological (objective methods in the traditional education and innovation systems). The developmental psychology should take both biological and cultural processes into account, which jointly determine the mechanism of the person's development. The research of the development of the psychophysiological processes and nervous system leads to the understanding of the experience influence mechanisms to the human brains forming and allows to build the connexion between the behavioural measurements and brain structure functioning.

Searching the objective measuring methods of the natural base's contribution to the human individuality the Russian differential psychophysiology created by B. M. Teplov and developed by his school occupies the specific place. Therefore, the differential and neuropsychological and psychophysiological analysis of the abilities and talent problem plays the important role. The creation of the new education technologies, scientifically-based efficient teaching forms on the basis of such research work allows to maintain the national strategic development program.

The differential and psychophysiological and neuropsychological parameters of the higher nervous activity as a phenomenon has been interpreted in the system analysis of the 'teacher – method – pupil' model (M. K. Kabardov). Each component of this triad has a natural variability (inclinations, individual and typological parameters) and social variability (teaching methods, education technologies etc.). The aim of the search of the appropriate education technologies, methods is to give the optimal conditions of the potential ability realization to the pupils having different individual and typological parameters.

## **МЕСТО АРТ-ТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ РАССТРОЙСТВ АФФЕКТИВНОГО СПЕКТРА КОМОРБИДНЫХ С ЮВЕНИЛЬНЫМ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ**

**Кабатова И.Н., Каладзе Н.Н.**

ФГАОУ ВО "КФУ им. В.И. Вернадского", Медицинская академия им. С.И. Георгиевского,  
г. Симферополь, Россия, [ilona.kabatova@mail.ru](mailto:ilona.kabatova@mail.ru)

Распространенность патологии в популяции является важнейшим критерием социальной значимости заболеваний. При этом, тревожные и депрессивные расстройства, являющиеся коморбидными состояниями при ювенильном ревматоидном артрите (ЮРА), часто не диагностируются, а больные в связи с этим не получают адекватную терапию. В современных работах указывается, что большим потенциалом обладает арт-терапия – совокупность методов психологического либо психофизического воздействия с разной психической и соматической патологии с целью их лечения, профилактики и реабилитации. Однако в комплексных исследованиях не изучена терапевтическая эффективность арт-терапевтического воздействия в комплексном лечении больных ЮРА с коморбидными аффективными расстройствами, что и обусловило необходимость и актуальность проведения данной работы.

Нами осуществлено комплексное клиническое, психодиагностическое, социально-демографическое обследование 63 детей в возрасте от 7 до 16 лет на базе клинического специализированного санатория «Здравница» (г. Евпатория).

В процессе исследования психоэмоционального статуса больных ювенильным ревматоидным артритом у всех 100,0% обследованных в клинической картине наряду с проявлениями основного заболевания выявлены расстройства психоэмоционального состояния: легкие проявления психоэмоциональной дезадаптации (ЛППД), мозаичные (МППД) и выраженные проявления психоэмоциональной дезадаптации (ВППД). По методике дифференциальной диагностики депрессивных состояний Зунге у пациентов регистрировалось: легкое депрессивное состояние невротического генеза, субклиническая депрессия и истинное депрессивное расстройство, соответственно.

Анализ данных результатов изучения особенностей социального функционирования исследованных с использованием адаптированного для детей опросника MOS SF-36 показал значительное снижение по всем шкалам качества жизни.

Оценка «физического компонента качества жизни» была достоверно выше ( $p < 0,001$ ) «психического компонента качества жизни». В ходе детального анализа результатов оценки компонентов качества жизни, наименьшие значения выявлены по показателям «психическое здоровье». Таким образом, низкий уровень качества жизни у больных ЮРА был обусловлен преимущественно снижением психологического компонента здоровья, что указывает на необходимость комплексного подхода в лечении ЮРА с обязательным включением психотерапевтических интервенций, а именно арт-терапии, которые позволят улучшить психическое и соматическое состояние, а также будет способствовать повышению уровня КЖ детей.

Результаты проведенного исследования позволили сформулировать методологические и организационные принципы арт-терапии для больных ЮРА с коморбидными аффективными расстройствами, базирующиеся на международных подходах, био-психо-социально-духовной модели понимания личности, модели «здоровье – болезнь», идентификации причин, механизмов формирования и течения дезадаптации.

## **PLACE OF ART THERAPY IN COMPLEX TREATMENT OF A DISORDER COMORBID AFFECTIVE SPECTRUM WITH JUVENILE RHEUMATOID ARTHRITIS**

**Kabatova I.N., Kaladze N.N.**

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, S.I. Georgievsky Medical Academy, Simferopol, Russia,  
[ilona.kabatova@mail.ru](mailto:ilona.kabatova@mail.ru)

The prevalence of disease in the population is the most important criterion of socially significant diseases. At the same time, anxiety and depressive disorders are comorbid conditions in juvenile rheumatoid arthritis (JRA) is often not diagnosed, and patients therefore do not receive adequate therapy. In recent work indicates that a great potential has art therapy – a set of methods of psychological or psycho-physical effects with different mental and somatic pathology for the purpose of treatment, prevention and rehabilitation. However, comprehensive studies have not investigated the therapeutic efficacy of the art therapeutic intervention in treatment of patients with JRA with comorbid affective disorders, and that led to the necessity and urgency of this work.

We have implemented a comprehensive clinical, psychodiagnostic, socio-demographic survey of 63 children aged from 7 to 16 years on the basis of specialized clinical sanatorium "health resort" (Yevpatoriya).

The study of mental and emotional status of patients with juvenile rheumatoid arthritis at all 100.0% of the patients in the clinical picture, along with the manifestations of the underlying disease revealed disorders of mental and emotional state: light manifestation of psycho-emotional maladjustment (LMPM), Mosaic (MMPM) and expressed manifestations of psycho-emotional maladjustment (EMPM). According to the method of differential diagnosis of depression in patients Zunge registered: a slight depression of neurotic origin, depression and subclinical true depressive disorder, respectively.

Data analysis of the results of studying the features of social functioning examined using a questionnaire adapted for children MOS SF-36 showed a significant reduction on all scales of quality of life.

Evaluation of "physical component of quality of life" was significantly higher ( $p < 0.001$ ), "the mental component of quality of life." In the course of a detailed analysis of the results of evaluation of the components of quality of life, revealed the lowest values in terms of "mental health." Thus, the low level of the quality of life in patients with JRA was due to the decrease of mental health component, which indicates the need for an integrated approach in the treatment of JRA, with obligatory inclusion of psychotherapeutic interventions, namely, art therapy, which will improve the mental and physical condition, and will help improve the quality of life of children.

The results of the study allowed to formulate the methodological and organizational principles of art therapy

for patients with JRA with comorbid affective disorders based on international approaches, bio-psycho-social-spiritual model of understanding personality, "health – disease" model, identifying the reasons of formation and flow mechanisms maladjustment.

### **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ**

**Кабачкова А.В., Лалаева Г.С., Захарова А.Н.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия;  
avkabachkova@gmail.com

Важным интегративным показателем деятельности головного мозга является характер взаимодействия ритмов электроэнцефалограммы (ЭЭГ), который меняется в различных ситуациях. Особенности доминирования ритмов ЭЭГ отмечены у спортсменов (игровые виды спорта, стрельба из лука, тяжелая атлетика, дзюдо). Исследователи полагают, что такие особенности могут быть связаны с когнитивными аспектами тренировочного процесса, который сопряжен с переработкой большого объема информации центральной нервной системой. В результате исследований влияния спортивной специализации на распределение ритмов ЭЭГ был проведен анализ записей спортсменов циклических (легкая атлетика) и силовых (пауэрлифтинг) видов спорта. Полученные результаты показали, что у спортсменов высокой квалификации в состоянии относительного покоя имеются особенности распределения и доминирования основных ритмов (альфа-, бета-, тета- и дельта-ритмы). Следует отметить высокий индекс дельта-ритма в лобно-центральной области в группах спортсменов, особенно в группе пауэрлифтинга. Также у спортсменов-силовиков отмечен более высокий показатель индекса тета-ритма в центральной области, чем в других группах. Отличительной чертой высококвалифицированных спортсменов силовых видов спорта является межполушарная асимметрия альфа-ритма в затылочных областях левого и правого полушарий головного мозга. Полученные результаты свидетельствуют, что характер и направленность преобладающих физических нагрузок, особенности формируемых двигательных стереотипов находят свое отражение во всем частотном диапазоне ЭЭГ. Существуют определенные паттерны ритмики ЭЭГ, специфичные для различных видов спортивной деятельности. Отличия могут быть связаны с когнитивными особенностями спортивной деятельности, в то же время некоторые современные исследователи предпочтительной считают точку зрения о превалировании генетической составляющей в организации процессов корковой активности.

### **THE SPECIFIC CHARACTERISTICS OF THE RHYTHMIC ACTIVITY DISTRIBUTION IN ATHLETES**

**Kabachkova A.V., Lalaeva G.S., Zakharova A.N.**

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; avkabachkova@gmail.com

The important indicator of the cortical electrical activity is the interplay between the EEG rhythms, which can vary in different situations. Some specific characteristics of the rhythmic activity, such as band predominance, were observed in athletes (eg: sport games, archery, weightlifting, judo). The researchers suggest that it may be related to cognitive process during exercise, because sensory feedback from the periphery results can have profound effects on subsequent motor activity and psychologic function. The focus of the paper is the analysis of the EEG activity distribution in athletes (running, powerlifting) and healthy volunteers. The results showed that the athletes had distribution and dominance features of the main rhythms (alpha, beta, theta and delta). It should be noted a high index of delta rhythm in the fronto-central region in athletes, especially in the group of powerlifting. Powerlifters have the highest index of the theta rhythm in the central region than other men. A distinctive feature of powerlifters is the alpha rhythm asymmetry in the occipital regions. The results suggest that the nature and direction of the prevailing physical activity are reflected in the EEG frequency range. However, there are certain EEG patterns that specific for different sports activities. The differences may be associated with the cognitive features of sports activities. In addition, some researchers consider the genetic component is prevalence in the organization of cortical activity.

### **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У БОЛЬНЫХ С ГРУБОЙ РЕЧЕВОЙ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ**

**М.Ю. Каверина<sup>1</sup>, А.Ю. Кулёва<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГАУ «Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, Россия, [telli777@gmail.com](mailto:telli777@gmail.com); <sup>2</sup> МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, [kylaria@mail.ru](mailto:kylaria@mail.ru).

Квалификация сохранных и нарушенных звеньев психической деятельности у нуждающихся в реабилитации пациентов с тяжелым поражением мозга в ходе традиционного нейропсихологического исследования (Лурия А.Р., 1969) в ряде случаев затруднена грубой речевой и двигательной патологией. Состояние таких больных может приближаться к синдрому «запертого человека» (Plum F; Posner JB, 1966), при этом у больного отсутствуют каналы коммуникации, а диагностический процесс возможен лишь на основе новых технологий. Одной из таких технологий является айтрекинг. Регистрация движений глаз позволяет устанавливать коммуникацию с больным, проводить дифференциальную диагностику вегетативного состояния и минимального состояния сознания, осуществлять квалификацию дефектов (Majaranta P. et al., 2012; Trojano L. et al.; 2012 Samadani U. et al., 2015). Однако многие клинические аспекты айтрекинга остаются неизученными.

В нашей работе участвовал больной с грубым тетрапарезом и отсутствием экспрессивной речи, возникшими 4 года назад в результате тяжелой черепно-мозговой травмы. Знакомство с больным выявило

возможность произвольного управления взором, что позволило использовать в диагностике айтрекинг. С помощью айтрекинга был объективизирован сниженный уровень произвольной регуляции и контроля деятельности, ограничение общей спонтанности и мотивации к общению, дефекты памяти на текущие события. Однако на фоне этих нарушений айтрекинг позволил установить сохранность гностических процессов, доступность чтения и элементарного счета. Квалификация когнитивных нарушений легла в основу программы реабилитации больного.

*Работа поддержана Российским Фондом Фундаментальных Исследований (16-29-08255).*

## **NEW TECHNOLOGIES IN DIAGNOSIS OF COGNITIVE IMPAIRMENTS AT PATIENTS WITH ROUGH SPEECH AND MOTOR PATHOLOGY**

**M. Kaverina<sup>1</sup>, A. Kuleva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> N.N.Burdenko Neurosurgery Institute, Moscow, Russia, [telli777@gmail.com](mailto:telli777@gmail.com);

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Russia, [kylaria@mail.ru](mailto:kylaria@mail.ru).

Qualification of the safe and broken links of mental activity at the patients needing rehabilitation with a severe brain damage during traditional neuropsychological research (Luriya A.R., 1969) is, in some cases, complicated by rough speech and motor pathology. The condition of such patients can resemble a "locked-in syndrome" (Plum F; Posner JB, 1966), thus the patient has no communication channels, and diagnostic process is possible only with the help of new technologies. One of such technologies is an eye tracking. Detection of the eye movement allows establishing communication with the patient, carrying out differential diagnosis of vegetative state and minimum condition of consciousness, and carrying out qualification of defects (Majaranta P. et al., 2012; Trojano L. et al.; 2012 Samadani U. et al., 2015). However many clinical aspects of an eye tracking remain unexplored.

We worked with the patient with the rough tetraparesis and with an expressive aphasia which arose 4 years ago as a result of a severe craniocerebral injury. Acquaintance with the patient revealed possibility of voluntary gaze control that allowed using an eye tracker in diagnostics. Reduced level of any regulation and control of activity, restriction of the general spontaneity and motivation to communication, and defects of memory on the current events were revealed with the help of an eye tracker. However, despite these impairments, the eye tracker allowed to establish safety of gnostic processes, ability to read and perform elementary calculation. Qualification of cognitive impairments formed the basis of the patient's rehabilitation program.

*Work is supported by the Russian Foundation for Basic Research (16-29-08255).*

## **ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОНОЦИТОВ КРОВИ У БОЛЬНЫХ С МЯГКИМИ КОГНИТИВНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ**

**Казанова Г.В.<sup>1</sup>, Огурцов Д.П.<sup>1</sup>, Малашенкова И.К.<sup>1</sup>, Гаврилова С.И.<sup>2</sup>**

1 – «НИЦ» Курчатовский институт, Москва, Россия; 2 – ФГБУ «НЦПЗ» РАН, Москва, Россия, [galka.kazanova@yandex.ru](mailto:galka.kazanova@yandex.ru)

Деменция – это синдром, при котором фатально прогрессируют потеря памяти, мышления и расстройства поведения. В 70% случаев она вызвана болезнью Альцгеймера (БА), формирование которой развивается в течение длительного времени. Нередко ей предшествует синдром мягкого когнитивного нарушения (МКН).

Изучение патогенеза нейродегенеративных изменений, происходящих на стадии МКН, необходимо для понимания развития и прогрессирования заболелания, которое в немалой степени связано с иммунными процессами, в частности с активацией микроглии в ЦНС. Последнее время большое внимание исследователей привлекают моноциты (Мн), предшественники макрофагов и дендритных клеток, как маркеры БА. Они могут рекрутироваться в ЦНС при нарушении проницаемости ГЭБ. Целью работы было изучение фенотипического профиля Мн крови у больных на стадии МКН, в зависимости от наличия репликативной инфекции, вызванной вирусом Эпштейна-Барр (ВЭБ) (ДНК ВЭБ в значимой концентрации в слюне и крови). В группу исследования вошли 19 больных с МКН, сред. возраст 72 ± 4,5 года, 6 муж., 13 жен. Диагноз устанавливался согласно международным критериям с использованием клинического, психометрического и нейропсихологического исследования. Фенотипирование клеток проводили методом проточной цитометрии на приборе BD FACSCanto II (США) с использованием моноклональных антител MACS Miltenyi Biotec GmbH. ПЦР-амплификацию ДНК ВЭБ проводили в формате "Real-time" на приборе Rotor-Gene 6000.

Исследования показали, что у больных МКН с наличием ВЭБ-инфекции (г-I) и при ее отсутствии (г-II) моноциты достоверно не отличались по экспрессии поверхностных маркеров CD56, HLA-DR, CD11b, CD38, CD95. В то же время, были выявлены значительные различия в экспрессии кластеров дифференцировки CD4, CD8, CD1b. Экспрессия CD4 и CD8 была в 2 раза выше в г-I (ВЭБ+). Молекула CD8 свидетельствует о дифференцировке Мн в дендритные клетки, что может быть обусловлено наличием ВЭБ инфекции. Минорная популяция Мн, экспрессирующая CD16, в целом была выше нормальных пределов (10-16% по данным литературы), однако в г-I (ВЭБ+) число клеток было существенно меньше (26%), чем в г-II (40%).

Принимая во внимание, что большая часть Мн CD16+ обладает выраженными провоспалительными свойствами и продуцирует провоспалительные цитокины (ФНО $\alpha$ , ИЛ-1 $\beta$ , ИЛ-6, ИЛ-8), можно предположить их участие в поддержании воспалительного процесса и в развитии нейродегенеративных процессов у больных с МКН. По-видимому, наличие ДНК ВЭБ у больных МКН способствует уменьшению числа провоспалительных Мн в крови и переключению их на выполнение функций антиген-презентирующих клеток.

Полученные предварительные данные об изменении соотношения субпопуляций моноцитов у больных МКН в подгруппах с наличием и отсутствием репликативной формы ВЭБ инфекции, а также увеличении лимфоидных дендритных клеток в крови отражают перспективность дальнейшего исследования роли моноцитов при МКН.

## PHENOTYPING OF BLOOD MONOCYTES IN PATIENTS WITH MILD COGNITIVE IMPAIRMENT

Kazanova G.V.<sup>1</sup>, Ogurtsov D.P.<sup>1</sup>, Malashenkova I.K.<sup>1</sup>, Gavrilova S.I.<sup>2</sup>

1 – NRC "Kurchatov Institute", Moscow, Russia; 2- FSBI "SCMH" of RAS, Moscow, Russia,  
[galka.kazanova@yandex.ru](mailto:galka.kazanova@yandex.ru)

Dementia is a syndrome characterized by a fatal decline in memory and cognition as well as disturbances of behavior. 70% of dementias are caused by Alzheimer's disease (AD) that manifests itself after a prolonged latent period. In many cases it is preceded by mild cognitive impairment (MCI).

Studying the pathogenesis of neurodegeneration in MCI is important for understanding the mechanisms of AD progression that are mediated to a certain degree by activation of CNS microglia and by other immune processes. Nowadays the researchers are particularly interested in monocytes (Mn), precursors of macrophages and dendritic cells, as potential markers of AD. These cells are recruited into the CNS when the BBB is compromised. Here we assessed the phenotype of blood Mn in patients with MCI, depending on the presence of replicative infection caused by Epstein-Barr virus (EBV) as determined in blood and saliva. 19 patients were enrolled, age 72±4,5, 13 females. The patients were diagnosed at SCMH RAS based on international criteria. Mn phenotypes were assessed by flow cytometry on BD FACSCanto II (USA) using monoclonal antibodies produced by MACS Miltenyi Biotec GbbH. EBV DNA was amplified by real-time PCR (Rotor-Gene 6000). It was found that EBV-positive MCI patients (g-1) did not differ from EBV-negative patients in CD56, HLA-DR, CD11b, CD38 and CD95 expression by monocytes. However, the groups differed significantly in CD4, CD8 and CD16 expression. In g-1 CD4 and CD8 expression was twice as high. CD8 is a marker of Mn differentiation into dendritic cells that may have been caused by EBV infection. The minor CD16+ Mn population was above normal (10-16% based on the literature), but in g-1 it was significantly lower than in g-2 (40% and 26%).

Seeing how most CD16+ Mn are proinflammatory and produce TNF $\alpha$ , IL-1b, IL-6 and IL-8, it can be speculated they contribute to inflammation and neurodegeneration in MCI. It seems the presence of EBV DNA in MCI patients leads to a decrease in proinflammatory Mn and causes Mn to function as antigen presenting cells. These preliminary results showing changes in Mn subpopulations in MCI patients depending on the presence of EBV DNA and an increase in lymphoid dendritic cells contribute to the importance of Mn studies in MCI.

## РОЛЬ ФАКТОРА РОСТА НЕРВОВ В ГЕНЕЗЕ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ И МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА

Каладзе Н.Н., Ревенко Н.А.

Медицинская академия имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,  
г. Симферополь, Россия

Важность оценки состояния системы нейрогуморальной регуляции, участвующей в сложных компенсаторных и адаптационных реакциях гемодинамического гомеостаза при артериальной гипертензии не вызывает сомнений. На сегодняшний день недостаточно сведений о взаимоотношениях артериального давления, метаболических нарушений и системы нейрометаболизма, именно такое сочетание у пациентов в дальнейшем приводит к раннему дебюту и быстрому развитию сердечно-сосудистых осложнений и, соответственно, более высокой смертности во взрослом возрасте. Поэтому целью нашей работы явилось изучение нейрометаболических факторов у детей с АГ в зависимости от наличия метаболических нарушений. Нами было обследовано 40 детей (21 мальчик и 19 девочек) в возрасте 10-17 (средний возраст 14,3±0,29) лет с артериальной гипертензией. Все больные были разделены на 2 группы в зависимости от наличия или отсутствия метаболических нарушений, основу которых составляла избыточная масса тела или ожирение. Контрольную группу составил 21 здоровый ребенок. Клиническое исследование NGF выявило достоверное снижение его содержания в сыворотке крови детей с АГ в 2 раза по сравнению со здоровыми детьми, составив 14,85±2,46 и 31,55±8,12 пг/мл соответственно. По нашему мнению, это подтверждает участие ростовых факторов в раннем формировании артериальной гипертензии. Выявлен половой диморфизм показателя: достоверное превышение уровня в 2 раза у мальчиков в сравнении с девочками, что соответствует данным литературы у здоровых взрослых. Выраженное снижение фактора отмечено в группе детей с наличием избыточной массы тела или ожирения в 3 раза в сравнении с детьми без метаболических нарушений (8,91±0,80 и 26,7±5,7 пг/мл соответственно) и обусловлено участием NGF в формировании метаболических нарушений.

## THE ROLE OF NERVE GROWTH FACTOR IN THE GENESIS OF ARTERIAL HYPERTENSION AND METABOLIC SYNDROME

Kaladze N.N., Revenko N.A.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University Medical Academy named after St. George, Department of Pediatrics, Physiotherapy and Health Resort, Simferopol, RF

## НЕЙРОГЕНЕЗ В КОМПЛЕКСЕ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ У ДЕТЕЙ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ

Каладзе Н.Н.<sup>1</sup>, Пономаренко Ю.Н.<sup>2</sup>, Мошкова Е.Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Медицинская академия им. С.И.Георгиевского Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, Евпатория, Республика Крым, вл. Дм.Ульянова.58: [evpediatr@rambler.ru](mailto:evpediatr@rambler.ru)

<sup>2</sup>Евпаторийский центральный детский клинический санаторий Министерства обороны РФ г.Евпатория, Республика Крым

Проблема безопасного реабилитационного лечения детей с детским церебральным параличом (ДЦП) в условиях курорта чрезвычайно актуальна в связи с частыми осложнениями, возникающими во время санаторно-курортной реабилитации. Самой большой проблемой является возобновление у детей с



ДЦП эпилепсии во время пребывания на курорте, что делает невозможным дальнейшее продолжение реабилитационного лечения. Целью нашей работы было изучение изменений в состоянии системы нейротрофических факторов в процессе санаторно-курортного лечения и возможной связи этих изменений с обострением эпилепсии у детей с ДЦП. Обследовано 120 детей с ДЦП. Всем детям проводилась электроэнцефалография, определение уровня BDNF, Hsp27, S-100.

После санаторно-курортного лечения эпилептиформные изменения в ЭЭГ стали более выражены у всех детей с ДЦП вне зависимости от тяжести двигательных нарушений.

BDNF у детей с I-II уровня GMFCS был ниже чем у здоровых детей, после реабилитационного лечения уровень BDNF у этих детей стал сопоставим с показателем здоровых. Дети III-IV уровня имели более низкий BDNF чем дети I-II уровня, и значительно более низкий уровень BDNF чем здоровые, однако он достоверно увеличился после курса реабилитационного лечения. У детей V уровня BDNF был значительно ниже, чем у детей I, II, III, IV уровней и после лечения этот показатель достоверно снизился. Аналогичные изменения отмечались по показателю Hsp27. Уровень белка S100 был достоверно выше у всех детей с ДЦП чем у здоровых. Отмечались достоверные различия уровня белка S100 у детей с разной тяжестью двигательных нарушений.

У детей с нетяжелыми двигательными нарушениями (I-II GMFCS) усиление эпилептиформных изменений произошло на фоне значимого повышения уровня нейротрофических факторов.

Электрофизиологические и биохимические параметры функциональной активности головного мозга у детей со среднетяжелыми двигательными нарушениями (III-IV GMFCS) после реабилитации изменились недостоверно, в структуре этой многочисленной группы детей отмечались как положительные, так и отрицательные реакции на лечение, что в целом нивелировало общий результат.

У детей с тяжелыми двигательными нарушениями (V GMFCS) усилились эпилептиформные изменения ЭЭГ на фоне снижения уровня нейротрофинов.

### NEUROGENESIS IN THE RANGE OF ADAPTATION REACTIONS IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

Kaladze N.N.<sup>1</sup>, Ponomarenko Y.N.<sup>2</sup>, Moshkova E.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Crimean Medical Academy named after S.I.Georgievskiy of Crimean Federal University named after V.I.Vernadsky, Str.Dm.Ulyanova, 58; Yevpatoriya, Crimea. [evpediatr@rambler.ru](mailto:evpediatr@rambler.ru)

<sup>2</sup>Central Children's Clinical Sanatorium Yevpatoria the Ministry of Defense, Crimea

The problem of the safe rehabilitation treatment of children with cerebral palsy (CP) in the conditions of the resort is extremely urgent in connection with the common complications that arise during sanatorium rehabilitation. The biggest problem is the resumption in children with cerebral palsy epilepsy during their stay at the resort, which makes it impossible continuation of the rehabilitation treatment. The aim of our study was to investigate changes in the state system of neurotrophic factors in the spa treatment and the possible relationship of these changes with the aggravation of epilepsy in children with cerebral palsy. The study involved 120 children with cerebral palsy. All children underwent EEG, determining the level of BDNF, Hsp27, S-100. After the spa treatment epileptiform EEG changes are more pronounced in all children with cerebral palsy, regardless of the severity of motor disorders. BDNF in children with I-II GMFCS level was lower than in healthy children after rehabilitation treatment BDNF levels become comparable health indicators in these children. III-IV level of children had lower BDNF than children I-II levels, and a significantly lower BDNF levels than healthy, but it significantly increased after a course of rehabilitation treatment. Children V BDNF level was significantly lower than in children I, II, III, IV and post-treatment levels of this rate decreased insignificantly. Similar changes were observed on Hsp27 indicator. S100 protein level was significantly higher in all children with cerebral palsy than in healthy. There were significant differences S100 protein levels in children with varying severity of motor disorders. In children with non-severe motor impairment (I-II GMFCS) strengthening of epileptiform changes occurred against a background of significant increase in the level of neurotrophic factors. Electrophysiological and biochemical parameters of the functional activity of the brain in children with moderate motor impairment (III-IV GMFCS) after rehabilitation has changed insignificantly, in the structure of this large group of children had both positive and negative reactions to the treatment, which generally offsetting the overall result. In children with severe motor impairment (V GMFCS) increased epileptiform EEG changes due to lower levels of neurotrophins.

### ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТАГОНИСТОВ NMDA- И AMPA- ГЛУТАМАТНЫХ РЕЦЕПТОРОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ В ЛИТИЙ-ПИЛОКАРПИНОВОЙ МОДЕЛИ ВИСОЧНОЙ ЭПИЛЕПСИИ

Калеменин С.В.<sup>1</sup>, Зубарева О.Е.<sup>1,2</sup>, Лаврентьева В.В.<sup>1</sup>, Лукомская Н.Я.<sup>1</sup>, Ким К.Х.<sup>1</sup>, Магазаник Л.Г.<sup>1</sup>,  
Зайцев А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук: С.-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Институт экспериментальной медицины", С.-Петербург, Россия; [kalemeneff@yandex.ru](mailto:kalemeneff@yandex.ru)

Предполагается, что нейродегенеративные процессы и когнитивный дефицит, возникающие у лиц, страдающих височной эпилепсией, в значительной степени опосредуются глутаматными рецепторами. В данной работе проанализирована способность специфических блокаторов глутаматных NMDA- (мемантин) и кальций-проницаемых -AMPA- рецепторов (ИЭМ-1925) предотвращать отсроченные неврологические нарушения, наблюдаемые в литий-пилокарпиновой модели эпилепсии. Пилокарпин (РС, 30 мг/кг) вводили крысам самцам Вистар на 43-45 сутки жизни, через 24 часа после введения LiCl (127 мг/кг). Введения мемантина (10 мг/кг), ИЭМ-1925 (5 мг/кг) либо физ. р-ра производили через 180 минут после инъекций РС. Тестирование поведения выполняли через 7 дней после введения РС (тест «Открытое поле», анализ исследовательского поведения, двигательной активности и уровня тревожности) и через 11 дней после инъекций РС («Водный лабиринт Морриса», анализ пространственной памяти).

Показано, что отсроченные нарушения памяти достоверно коррелируют с длительностью судорожных проявлений в литий-пилокарпиновой модели височной эпилепсии. Когнитивные нарушения стабильно воспроизводятся при длительности судорог свыше 140 минут. ИЭМ-1925 достоверно увеличивал выживаемость у крыс с длительными судорогами. Он усиливал двигательную активность в «Открытом поле», пониженную у экспериментальных животных, однако был недостаточно эффективным для коррекции индуцированного судорогами нарушения пространственной памяти в водном лабиринте Морриса. Мемантин значимо не влиял на выживание экспериментальных животных, однако он нивелировал индуцированные пилокарпином нарушения когнитивных функций в «Открытом поле» и водном лабиринте Морриса. При этом мемантин увеличивал уровень тревожности крыс. В целом, проведенное исследование указывает на перспективность использования NMDA и AMPA блокаторов для коррекции неврологических нарушений при височной эпилепсии, однако, с учетом побочных эффектов мемантина, терапевтический потенциал других NMDA блокаторов и, возможно, совместное действие NMDA и AMPA блокаторов должны быть исследованы дополнительно.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 15-04-02951, 16-04-00998, 16-04-00664).*

**THE USE OF NMDA AND AMPA GLUTAMATE RECEPTOR ANTAGONISTS FOR CORRECTION OF COGNITIVE IMPAIRMENT IN LITHIUM-PILOCARPINE MODEL OF TEMPORAL LOBE EPILEPSY**  
**Kalemenev S.V.<sup>1</sup>, Zubareva O.E.<sup>1,2</sup>, Lavrentyeva V.V.<sup>1</sup>, Lukomskaya N.Y.<sup>1</sup>, Kim K.K.<sup>1</sup>, Magazanik L.G.<sup>1</sup>, Zaitsev A.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine", Petersburg, Russia; kalemeneff@yandex.ru.

It is assumed that neurodegenerative processes and cognitive deficits that occur in people with temporal lobe epilepsy, is largely mediated by glutamate receptors. In present work we analyzed the ability of specific blocker of glutamate NMDA receptors (memantine), and calcium-permeable AMPA- receptors (IEM-1925) to prevent the delayed neurological disorders observed in the lithium-pilocarpine model of epilepsy. Pilocarpine (PILO, 30 mg / kg) was administered to male Wistar rats at 43-45 days of life, 24 hours after administration of LiCl (127 mg / kg). Injections of memantine (10 mg / kg), IEM-1925 (5 mg / kg) or saline were done in 3 hs after injection of PILO. Behavioral tests were performed in 7 days after the PILO injections (Open field test, an analysis of exploratory behavior, motor activity and the level of anxiety) and in 11 days (Morris water maze).

We found that the delayed memory impairment was significantly correlated with the duration of convulsions. Cognitive impairments were consistently reproduced in animals with the duration of seizures over 140 minutes. IEM-1925 significantly increased survival rate in rats with prolonged convulsions. It enhances the motility of the experimental animals in the Open field test, but it was inefficient to correct impairments of spatial memory in Morris water maze. Memantine did not change the survival rate of experimental animals, but it prevented the seizure-induced cognitive impairments manifested in the Open field and the Morris water maze. At the same time, memantine increased the level of anxiety in rats. In general, the study points to the prospects of the use of NMDA and AMPA blockers to correct neurological disorders in temporal lobe epilepsy. However, taking into account the adverse effects of memantine, the therapeutic potential of the NMDA blockers and joint action of NMDA and AMPA receptor antagonists should be further investigated.

*This work was supported by RFBR (grants 15-04-02951, 16-04-00998, 16-04-00664).*

**НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЦА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ**  
**Капелько В.И.**

ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Министерства Здравоохранения РФ, Москва, Россия. [v.kapelko@mail.cardio.ru](mailto:v.kapelko@mail.cardio.ru)

Автономная нервная система регулирует деятельность сердца, приспособляя её для удовлетворения потребностей тканей и органов в кислороде и питательных веществах. Обычно симпатическая нервная система (СНС) и парасимпатическая нервная система (ПНС) действуют реципрокно – активация СНС в период активности сопровождается активацией ПНС в периоды отдыха. Нервные окончания ПНС расположены в предсердиях, так что ПНС регулирует автоматизм сердца, а окончания СНС распространены повсеместно, что позволяет ей регулировать и автоматизм сердца, и инотропизм миокарда желудочков. Благодаря этому сердце при физической нагрузке способно увеличивать минутный объем в 5-6 раз, а в периоды покоя сердце высокоотренированных спортсменов снижает частоту сокращений примерно до 40/мин, что обеспечивает повышенный резерв роста при нагрузке. Однако при одновременной активации СНС и ПНС, как например, при нырянии в холодную воду, создаются условия для возникновения фатальных аритмий. Ежегодно в мире регистрируется около полумиллиона смертей, связанных с нырянием (M.Shattock, 2015).

При патологических состояниях, сочетающихся с возможным снижением минутного объема, естественно активируется СНС, а активность ПНС снижается. Так, при прогрессирующей гиперфункции сердца вследствие создания возрастающего стеноза восходящей аорты у кроликов стандартное раздражение блуждающего нерва, вызывавшее до стеноза отчетливое урежение ритма, постепенно ослабляется. А при критической степени стеноза оно вовсе исчезает, в это время водителем ритма становятся волокна Пуркинье желудочков, в результате возникает левожелудочковый ритм, благодаря которому сохраняется сердечный выброс.

Иная ситуация складывается при локальной или диффузной ишемии миокарда. При этом испытывающие гипоксию кардиомиоциты ограничивают сократительную функцию и тем самым – расход энергии, стараясь сохранить запасы энергии в клетке возможно более длительное время. В этих условиях тормозящее действие ПНС является оправданным, а действие СНС – нежелательным, поэтому количество

экспонированных адренорецепторов в кардиомиоцитах уменьшается. Вместе с тем для поддержания кровообращения в организме требуется усиление сокращений, что создаёт противоречивую картину, также способствующую возникновению аритмий. Таким образом, возникает конфликт между центром регуляции и автономной исполнительной структурой.

### **THE NERVOUS REGULATION OF THE HEART AT ALTERATION OF ITS FUNCTIONAL STATE** **Kapelko V.I.**

Russian Cardiological Research and Productive Complex, Ministry of Health of the Russian Federation,  
Moscow, Russia, [v.kapelko@mail.cardio.ru](mailto:v.kapelko@mail.cardio.ru)

Autonomic nervous system regulates cardiac activity, adapting it to meet the needs of tissues and organs for oxygen and nutrients. Typically, the sympathetic nervous system (SNS) and the parasympathetic nervous system (PNS) act in reciprocal way, that is, activated SNS during physical activity is followed by PNS activation in rest periods. The PNS nerve endings are located in the atria, so PNS regulates only cardiac automatism, while the SNA nerve endings are distributed everywhere, allowing it to regulate both automaticity of the heart, and myocardial inotropism of the ventricles. Thanks to that the heart during physical exercise can increase the cardiac output in 5-6 times while in rest periods the heart of highly trained athletes reduces the heart rate until about 40/min that provides increased reserve growth under load. However, simultaneous activation of the SNS and PNS, such as for example, during diving in cold water, create conditions for the occurrence of fatal arrhythmias. Every year, approximately half a million deaths in the world occur associated with diving (M. Shattock, 2015).

Pathological conditions associated with a possible fall in the cardiac output are naturally required the SNS activation, while PNS activity decreases. Thus, at progressive hyperfunction of the heart due to increasing stenosis of the ascending aorta in rabbits a standard electrical stimulation of the vagus nerve that usually slowed the heart rate becomes less effective. And at critical degree of stenosis the vagus effect disappears, at this time Purkinje fibers become cardiac pacemakers, the left ventricular rhythm occurs, which preserves cardiac output.

The different situation occurs at the local or diffuse myocardial ischemia. Cardiomyocytes experiencing hypoxia, tended to limit the contractive function and thereby energy utilization, trying to preserve energy stores in the cells for as long time as possible. In these circumstances, the inhibitory PNS effects is justified, while SNS activation is undesirable, so the number of exposed adrenoreceptors in cardiomyocytes decreases. However, the maintenance of blood circulation in the body needs strengthening of contractions that creates a mixed picture leading to the occurrence of arrhythmias. Thus, in this condition there is a conflict between the central regulation and the autonomous executive structure.

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СТЕРЕОТИПОВ ПРИ ОСВОЕНИИ СЛОЖНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ АКТОВ В БЕЗОПОРНОМ ПОЛОЖЕНИИ**

Капилевич Л.В.<sup>1,2</sup>, Разуванова А.В.<sup>1</sup>, Кошельская Е.В.<sup>1</sup>, Смердова О.С.<sup>1</sup>, Карпова И.А.<sup>1</sup>,  
Медведева Е.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия, [kapil@yandex.ru](mailto:kapil@yandex.ru)

С точки зрения спортивной физиологии безопорное положение является нестандартным условием выполнения любого двигательного действия, и для адаптации к нему необходима сложная многосторонняя перестройка функциональных систем организма. В исследовании приняло участие 30 мужчин в возрасте от 18 до 25 лет, 15 – контрольная группа, 15 – основная (баскетболисты, разряд не ниже 1 взрослого). Обе группы выполняли двигательное действие – бросок в прыжке в кольцо с линии «штрафного броска». Для биомеханического анализа использовался метод Motion Tracking.

При анализе видео и графических данных были выявлены расхождения у двух групп в модели выполнения «рабочей» фазы. Одно из главных различий регистрируется в момент выброса мяча. Выпуск мяча у баскетболистов основной группы происходит в самой высокой точке полета. В контрольной группе картина иная, выпуск мяча происходит раньше отрыва от земли, то есть сначала испытуемый выкидывает мяч, потом прыгает.

Во второй части работы мы проанализировали динамику сгибания и разгибания анатомических углов у испытуемых из двух групп. Совершая невысокий прыжок, представители контрольной группы сгибаются сильнее в грудной части позвоночника. При этом абсолютно отсутствует плавность сгибания-разгибания – динамика величины угла прерывистая, то есть в безопорном положении в этой части тела происходят сильные колебания. Интересен и тот факт, что представители контрольной группы даже после выпуска мяча, в безопорном положении совершают имитацию выпуска мяча, о чем свидетельствует динамика угла локтевого сустава бросающей руки. Полученные результаты свидетельствуют, что у начинающих спортсменов бросок мяча в прыжке представляет сочетание двух двигательных актов, слабо скоординированных друг с другом. Каждое движение (прыжок и бросок) осуществляется по самостоятельной программе. Перестройки в системе движений у баскетболистов высокой квалификации обеспечивают в первую очередь адаптацию к безопорному положению, скороодинориванность движения и превращают зависание тела в воздухе в технический навык. Происходит формирование единого двигательного навыка, в котором именно выполнение прыжка является пусковым фактором для выполнения броска мяча. Закрепление навыка выполнения сложных двигательных актов в безопорном положении происходит за счет формирования нового двигательного стереотипа.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №16-18-00016)*

## LAWS OF FORMATION MOVEMENT PATTERNS DURING THE DEVELOPMENT OF COMPLEX MOTOR ACTS IN UNSUPPORTED POSITION

**Kapilevich L.V.<sup>1,2</sup>, Razuvanova A.V.<sup>1</sup>, Koshelskaya E.V.<sup>1</sup>, Smerdova O.S.<sup>1</sup>, Karpov I.A.<sup>1</sup>, Medvedeva E.V.<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>National Research Tomsk Polytechnic University, <sup>2</sup>Natsionalny Research Tomsk State University, Tomsk, Russia,  
kapil@yandex.ru

From the perspective of sports physiology, unsupported position is an unusual condition for any motor action, and to adapt to it requires a complex multilateral restructuring of functional systems of the body. The study involved 30 men aged 18 to 25 years, 15 – a control group of 15 – the main (basketball, discharge is not less than 1 adult). Both groups performed motor actions – jump shot in the ring with the line "free throw". For biomechanical analysis used Motion Tracking method.

When analyzing the video and graphic data revealed differences in the two groups in the implementation of the model "working" phase. One of the main differences is recorded at the time of release of the ball. Release the ball in basketball there is a core group of the highest point in the flight. In the control group, the picture is different, the release of the ball occurs before take-off, ie the first test throws the ball, then jumping.

In the second part of this work we have analyzed the dynamics of flexion and extension of the anatomic angles in the subjects of the two groups. Making a short jump, the representatives of the control group bent stronger in the thoracic spine. In this case there is absolutely no smooth flexion-extension – the dynamics of the angle intermittent, in unsupported position strong fluctuations occur in this part of the body. Another interesting fact is that members of the control group even after the release of the ball in position unsupported make imitation letting the ball, as evidenced by the dynamics of the angle of the elbow of the throwing arm. The results suggest that beginners ball jump shot is a combination of two motor acts, loosely coordinated with each other. Each movement (jump and throw) is carried out by an independent program. Perestroika in the traffic system in highly skilled basketball players provide first adaptation to unsupported position of coordination of movement and turning of the body hanging in the air in a technical skill. There is formation of a single motor skill, which is the implementation of the jump is a triggering factor for the throw the ball. Securing the skills to perform complex motor acts in unsupported position is due to the formation of a new movement patterns.

*The study was performed by a grant from the Russian Science Foundation (project №16-18-00016)*

## ИОНЫ МЕДИ СНИЖАЮТ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ГИППОКАМПАЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ

**Капкаева М.Р.<sup>1</sup>, Попова О.П.<sup>1</sup>, Рогозин П.Д.<sup>1</sup>, Кондратенко Р.В.<sup>1</sup>, Генрихс Е.Е.<sup>1</sup>, Скребицкий В.Г.<sup>1</sup>,  
Хаспеков Л.Г.<sup>1,2</sup>, Исаев Н.К.<sup>1,2</sup>, Стельмашук Е.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр неврологии», <sup>2</sup>МГУ НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского, Москва, Россия, estelmash@mail.ru

Ионы меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ) в высоких концентрациях токсичны и вызывают дисфункцию печени, почек и головного мозга, как, например, при болезни Коновалова-Вильсона, генетическом заболевании метаболизма печени. Болезнь Коновалова-Вильсона сопровождается приступами эпилепсии, паркинсонизмом, когнитивными нарушениями (Lorincz, 2010).

На клеточных культурах и переживающих срезах гиппокампа с использованием трех различных методов оценивали опосредованную медью цитотоксичность и повреждение электрофизиологической активности нейронов: определение жизнеспособности культивированных нейронов с помощью МТТ-теста, регистрация длительной потенциации в гиппокампальных срезах и спонтанной электрической активности гиппокампальных нейронов, культивированных на мультиэлектродных матрицах.

Нами было показано, что присутствие в среде культивирования гиппокампальных нейронов 0,25 мМ  $\text{Cu}^{2+}$  приводило к гибели этих клеток. Субтоксические концентрации  $\text{Cu}^{2+}$  (0,005-0,01 мМ) не влияли на выживаемость культивированных нейронов. Однако,  $\text{Cu}^{2+}$  в таких концентрациях нарушали индукцию длительной потенциации популяционного спайка в пирамидальных нейронах области CA1 переживающих срезов гиппокампа крыс и снижали спонтанную биоэлектрическую активность нейронов, культивированных на мультиэлектродных матрицах. Вероятно, биоэлектрическая активность нейронов является одной из главных мишеней для токсического действия ионов меди при болезни Коновалова-Вильсона.

Работа поддержана РФФИ (гранты 14-04-00030-а, 15-04-00010-а).

## COPPER IONS DECREASE BIOELECTRIC ACTIVITY OF HIPPOCAMPAL NEURONS

**Kapkaeva M.R.<sup>1</sup>, Popova O.V.<sup>1</sup>, Rogozin P.D.<sup>1</sup>, Kondratenko R.V.<sup>1</sup>, Genrikhs E.E.<sup>1</sup>, Skrebitsky V.G.<sup>1</sup>,  
Khaspekov L.G.<sup>1,2</sup>, Isaev N.K.<sup>1,2</sup>, Stelmashook E.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Research Center of Neurology, <sup>2</sup>Moscow State University A.N.Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Moscow, Russia, estelmash@mail.ru

Copper ( $\text{Cu}^{2+}$ ) in high concentration is toxic and results in liver, kidney and brain dysfunction, as for example Wilson disease, a genetic disorder of hepatic copper metabolism. Wilson disease is accompanied by epileptic seizures, parkinsonism, cognitive impairment (Lorincz, 2010).

We used the hippocampal cell cultures and slice to examine copper-mediated cytotoxicity and three different methods to assess cellular and neuronal physiology damage: MTT assay, registration of hippocampal long-term potentiation (LTP) and spontaneous bioelectric activity of neurons using multiple electrode arrays.

It was shown that 0.25 мМ  $\text{Cu}^{2+}$  presence in medium of cultured hippocampal neurons lead to death of this cells. Subtoxic  $\text{Cu}^{2+}$  concentrations (0.005-0.01 мМ) did not affected neuronal survivability. However,  $\text{Cu}^{2+}$  in this concentration impairs the induction of a long-term post-tetanic potentiation of a population spike in pyramidal neurons of the CA1 field of rat hippocampal slice and decreases spontaneous bioelectric activity of neurons cultured on multielectrode arrays. It seems, bioelectric activity of neurons are a major target of copper-induced cytotoxicity in Wilson disease. *This work was supported by RFBR Grants 14-04-00030-a, 15-04-00010-a.*

## ПАТТЕРНЫ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ ОЩУЩЕНИЙ И ПРЕДСТАВЛЕНИЙ КАК "МЕНЕДЖЕРЫ" ТОЧНОГО МУЗЫКАЛЬНОГО ИНТОНИРОВАНИЯ

Карасева М.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московская государственная консерватория имени П. И. Чайковского», Москва, Россия,  
[karaseva@mosconsv.ru](mailto:karaseva@mosconsv.ru)

К проблеме музыкального интонирования можно подойти с двух сторон: исполнительской и слушательской. Слушатель следует за воспринимаемой им интонацией посредством мелких движений голосовых мышц – возникает так называемый эффект соинтонирования. Таким образом, исполнитель и слушатель на концерте связаны незримой нитью, которую поэтически часто называют «магией совместного переживания». Поскольку ведущим в этом процессе является исполнитель, особенно важно, в какой по глубине интонационный слой музыки он сумеет проникнуть и каким образом он будет способен вести за собой слушателя.

Цель настоящего доклада – показать конкретные пути мультисенсорного (аудиально-визуально-кинестетического) воздействия на процесс интонирования. Будучи изначально аудиальным, интонирование дает устойчивые психологические проекции на другие сенсорные системы. Среди основных параметров проекций: направление (вверх – вниз, влево – вправо, аналогично представляемой линии на нотном стане и на клавиатуре), мера (уподобление мелодических интервалов шагам, скачкам), рисунок (зигзаг, кольцо, вензель). Эти синестетические проекции, сложившиеся в сенсорном опыте человека можно с успехом применять для повышения точности и легкости интонации в пении.

В докладе будут показаны различные примеры мультисенсорных упражнений для интонирования. Среди них ряд упражнений с паттернами: «аудиальный — визуальный» и «аудиальный — кинестетический»:

1. Интонирование одноголосия. Упражнения для уточнения и определения интонационной зоны: «Воздушное рисование»; для легкого пения очень широких или очень тесных интервалов: «Детское пианино», «Вертолетная площадка».

2. Интонирование многоголосия. Упражнения для интонационной подстройки к звучащим обертонам и тонам аккорда: «Яснослышание» (развивающее особо тонкое слышание — вслушивание в обертоны, возникающие при взятии звука на фортепиано); «Арфа» (вслушивание в звучащий трех-четырёхголосный аккорд с постепенной внутренней подстройкой слуха к каждому из его звуков).

Все упражнения были созданы автором и прошли многолетнюю апробацию в его педагогической работе в Московской консерватории и Центральной музыкальной школе. Фрагменты описанных упражнений будут показаны в докладе также и в форме видеоиллюстраций.

## PATTERNS OF MULTISENSORY FEELING AND REPRESENTATION AS "MANAGERS" OF CORRECT MUSIC INTONING

Karaseva M.V.

Federal State Budgetary Institution of Higher Education 'Tchaikovsky Moscow State Conservatory',  
Moscow, Russia, [karaseva@mosconsv.ru](mailto:karaseva@mosconsv.ru)

The problem of musical intonation can be considered from two its sides: performing and audience. The listener follows the perceived intonation through fine vocal muscle movements – there is a so called effect of co-intoning. Thus, the performer and the listener at the concert are linked by an invisible thread, which is often poetically called "the magic of shared experience". As the musician is the leading person in this process, it is particularly important what a depth of music intoned "layer" he will be able to get to and how he will be able to lead there his listener.

The purpose of this paper is to show concrete ways of multisensory (auditory-visual-kinesthetic) impact on the process of intonation. Being originally the sound, the intonation extrapolates sustained psychological projections on other sensory systems. Among the main parameters of such projections are: the direction (up – down, left – right, representing similar lines on the staff and on the keyboard), measure (comparison of melodic intervals with step and leap), design (zigzag, circle, interlacing and so on). Having been formed by the personal sensor experience these synaesthetic projections can be used to obtain the easiness and accuracy of intonation while singing.

Various examples of the multi-sensory exercises for good intonation will be shown at this presentation. Among them are series of exercises with the patterns: "auditory — visual" and "auditory — kinesthetic":

1. When one-voice intoning. There are exercises for clarifying and defining intoned zones, such as "Air drawing"; as well as for easy making very wide or very close intervals, such as "Baby piano" and "Helipad".

2. When intoning the chord-polyphony. There are exercises for intonation tuning to sounding harmonics and to the tones of the chord. One exercise is called "Clairaudience" since it is developing a very fine hearing, i.e. listening to the overtones that occur during the capture of sound on piano. Another one is called "Harp": listening to a three- or four-part chord with gradual internal ear adjustment for hearing to each of its tones.

All the exercises were invented and tested by the author for many years of her pedagogical work at the Moscow Conservatory and the Central music school. Fragments of the described exercises will be shown as video illustrations during the paper presentation.

## ВОВЛЕЧЕНИЕ КАЛЬПАИНОВОЙ СИСТЕМЫ В РЕГУЛЯЦИЮ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ В НОРМЕ И ПРИ РАЗВИТИИ НЕЙРОПАТОЛОГИИ

Карпенко М.Н.<sup>1,2,3</sup>, Пестерева Н.С.<sup>1,2</sup>, Обламская И.С.<sup>1,2</sup>, Скоморохова Е.А.<sup>2,3</sup>, Крицкая Д.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Институт экспериментальной медицины", Санкт-Петербург, Россия; e-mail: [mnkarpenko@mail.ru](mailto:mnkarpenko@mail.ru); <sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия; <sup>3</sup>Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия

M-Calpain – внутриклеточная Ca<sup>2+</sup>-зависимая нейтральная цистеиновая протеаза. Субстратами кальпаина являются рецепторы, киназы, фосфатазы, белки цитоскелета, синаптосомальные белки, поэтому неконтролируемая активация кальпаина, наблюдаемая при некоторых формах патологии ЦНС, приводит к нарушению регуляции многих физиологических функций и даже вызывает гибель нервной клетки. Наиболее уязвимой к различного рода воздействиям является дофаминергическая система мозга, в связи с этим цель данного исследования состояла в выявлении роли m-кальпаина в регуляции дофаминергической передачи.

Работа выполнена на самцах крыс Wistar (n=90) и на модели синаптосом. Животным внутрибрюшинно вводили ЛПС в дозе 1 мг/кг веса животного, что приводило к дегенерации дофаминергических нейронов. Через месяц после инъекции у животных извлекали стриатум и определяли концентрацию дофамина, анализировали активность кальпаинов и их содержание на уровне мРНК и белка. На модели синаптосом исследовалась способность кальпаинов модулировать высвобождение дофамина, а также возможность секреции кальпаина синаптосомами.

Оказалось, что у животных, которым вводили ЛПС, активность кальпаинов и их содержание в клетках стриатума было повышено. Кроме этого, у них был снижен уровень дофамина (в 2,4 раза по сравнению с контрольной группой) и в 3 раза увеличено содержание основного метаболита дофамина – гомованилиновой кислоты. Добавление в среду для инкубации синаптосом 1мМ гидрохлорида дофамина вызывало повышение активности кальпаина. В образцах синаптосом с добавлением синтетических ингибиторов кальпаина уровень внесинаптосомального дофамина был повышен по сравнению с контролем. Кроме этого, нами выявлена доза-зависимая (от содержания ионов кальция в среде) способность m-кальпаина высвобождаться синаптосомами, причем внесинаптосомальный кальпаин сохраняет свою протеолитическую активность. Аппликация 10мкМ нейротоксина МРТП к синаптосомам усиливает высвобождение кальпаина, а добавление к синаптосомам 1мМ дофамина никак не сказывается на способности кальпаина высвобождаться во внеклеточную среду.

*Работа поддержана грантом РФФИ №14-04-00587 А.*

## CALPAIN SYSTEM PARTICIPATES IN THE REGULATION OF DOPAMINE TRANSMISSION UNDER NORMAL AND NEUROPATHOLOGICAL CONDITIONS

Karpenko M.N.<sup>1,2,3</sup>, Pestereva N.S.<sup>1,2</sup>, Oblamskaya I.S.<sup>1,2</sup>, Skomorokhova E.A.<sup>1,3</sup>, Kritskaya D.V.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine", St.Petersburg, Russia; e-mail: [mnkarpenko@mail.ru](mailto:mnkarpenko@mail.ru); <sup>2</sup>Department of Biophysics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnical University, St.Petersburg, Russia; <sup>3</sup>ITMO University St. Petersburg, Russia

M-calpain is an intracellular calcium-activated neutral cysteine protease. Substrates of calpain include receptors, kinases, phosphatases, cytoskeleton and synaptosomal proteins. Uncontrolled activation of calpain leads to the dysregulation of physiological processes in the brain and causing neuronal death. Furthermore, calpain is found extracellularly in nervous tissue damages, which may point onto potential role of the protease as a neuron injury signal, especially in dopaminergic neurons. The main interest of the present work was to study participation of m-calpain in the regulation of dopaminergic system in vivo using an animal model and synaptosomes.

Wistar rats (n=90) were intraperitoneally injected with lipopolysaccharide (LPS) -1 mg/kg per rat. One month later we observed striatal dopaminergic neuron degeneration. Calpain activity and the levels of the protein and its mRNA were evaluated along with the dopamine level in striatum. Synaptosomes incubated with various agents (dopamine, MPTP, LPS) were used to evaluate calpain ability to modulate dopamine secretion and possibility of calpain to be released from synaptosomes.

In animals treated with LPS striatal calpain activity was increased, as well as levels of homovanillic acid, while levels of dopamine were reduced. This indicates a change in the dopamine catabolism rate. Addition of 1mM dopamine to the synaptosomes led to 2-fold decrease in the calpain activity but did not alter the calpain production. LPS caused an increase in the calpain activity. Samples preincubated with synthetic calpain inhibitors showed increase in the level of extrasynaptosomal dopamine compared to a control without additives. Additionally, we demonstrated a dose-dependent ability (from calcium ions in the medium) of m-calpain be released by synaptosomes. Extrasynaptosomal calpain has a proteolytic activity. Addition of 10 uM neurotoxin MPTP to the synaptosomes enhanced release of calpain, while addition of 1 mM dopamine to the synaptosomes did not affect the ability of calpain to be released into the extracellular medium.

*This work was supported by a grant RFBR №14-04-00587 А.*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА IN VITRO

Карпухина О.В.<sup>1,2</sup>, Гумаргалиева К.З.<sup>2</sup>, Иноземцев А.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей химической физики им. Н.Н. Семёнова РАН, Москва, Россия; [karpukhina.msu@yandex.ru](mailto:karpukhina.msu@yandex.ru)

Свободные радикалы (СР) участвуют в патогенезе более 100 различных заболеваний. Активные формы кислорода (АФК), независимо от того, продуцируются ли они эндогенно как следствие нормальных клеточных функций или получены из внешних источников, представляют постоянную угрозу для клеток, поскольку они могут привести к серьезному повреждению ДНК, белков и липидов. Клетки содержат

комплекс антиоксидантной защиты. чтобы свести к минимуму действие СР. но продуцирование АФК может превышать антиоксидантную способность клетки. в результате чего развивается окислительный стресс. Патологическое действие СР связано прежде всего с их влиянием на структурное состояние и функции биологических мембран.

В данной работе окислительный стресс, инициированный ионами тяжёлых металлов, изучался с использованием культуры клеток *Paramecium caudatum*. Для инициации окислительного стресса в пробу с клетками, взятыми в лог-фазе роста, вносили раствор соли тяжёлых металлов: Cu, Pb, Zn, Cd, Al, Co (15 µg/ml) или H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (10 µg/ml). Чувствительность инфузорий к токсичным веществам определяли по времени их гибели. Установлено, что H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и ионы металлов вызвали набухание органелл цитоплазмы, деформацию мембран и лизис клетки. Снижение численности опытных клеток в результате деструктивной мембранной патологии свидетельствовали об интенсификации процессов свободно-радикального окисления. Добавление в среду с клетками антиоксидантов аскорбиновая кислота (50 µg/ml), мексидол (50 µg/ml), ноопепт (20µg/ml), α – токоферол(20 µg/ml) и другие. значимо увеличивало выживаемость клеток инфузорий. причём наблюдаемый эффект был более выраженным при действии двух антиоксидантов, чем одного препарата.

Учитывая особенности организации *Paramecium caudatum*, их чувствительность к химическим соединениям различной природы, в нашем исследовании было подтверждено, что эти инфузории являются идеальными клеточными моделями для исследования процессов окислительного стресса и возможности регулирования этих процессов про-/антиоксидантными соединениями.

### MODELING OXIDATIVE STRESS IN VITRO

**Karpukhina O.V.<sup>1,2</sup>, Gumargalieva K.Z.<sup>2</sup>, Inozemtsev A.N.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University,

<sup>2</sup> Semenov Institute of Chemical Physics RAS, Moscow, Russia

Free radicals are involved in the pathogenesis of more than 100 different diseases. Reactive oxygen species (ROS), regardless of whether they are produced endogenously as a result of normal cellular functions or are received from external sources, are a constant threat to cells, as they can lead to serious damage of DNA, proteins and lipids. The cells contain a complex antioxidant protection to minimize the effect of free radicals, but may exceed the production of ROS antioxidant capacity of the cell, resulting in oxidative stress develops. Pathological effects of free radicals are primarily due to their effect on the structural condition and function of biological membranes.

In this study, oxidative stress initiated by the ions of heavy metals was studied using *Paramecium caudatum* cell culture. To initiate oxidative stress to cells, in a sample taken in the log-growth phase, was added a solution of salts of heavy metals: Cu, Pb, Zn, Cd, Al, Co (15 µg / ml) and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (10 µg / ml). Ciliates sensitivity to toxic substances was determined by the time of their death. It was established that the metal ions and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> caused a swelling of cytoplasm organelles, membrane deformation and cell lysis. The membrane destructive pathology observed in our experiment showed an intensification of free radical oxidation.

Addition to the cells medium of antioxidants ascorbic acid (50 µg / ml), mекsidol (50 µg / ml), noopept (20µg / ml), α – tocopherol (20 µg / ml) and others, significantly increased the survival of ciliates cells. The observed effect was more pronounced under the influence of two antioxidants than under the influence of one drug.

Given the nature of the organization of *Paramecium caudatum*, their sensitivity to chemical compounds of different nature, it was confirmed in our study, that these ciliates are ideal cell model for the study of oxidative stress and the possibility of regulating these processes by pro-/ anti-oxidant compounds.

### КОГНИТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ МОЗГА

**Катаманова Е.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», Ангарск, Иркутская обл., Россия; krisla08@rambler.ru

Когнитивные нарушения (КН) сопровождают многочисленные заболевания головного мозга. Помимо широко распространенных цереброваскулярных заболеваний причиной КН, при органической патологии мозга, может являться хроническое токсическое воздействие, в том числе профессиональное (ртутное) и алкогольное.

**Цель исследования** – выявление особенностей когнитивных нарушений у пациентов с токсической (ртутной и алкогольной) энцефалопатией.

Обследовали 36 пациентов с хронической ртутной интоксикацией и 30 с хроническим алкоголизмом. В контрольную группу были включены 30 условно здоровых мужчин репрезентативного возраста, не имеющих контакта с токсическими веществами и не злоупотребляющих алкоголем. Всем пациентам проводилось нейропсихологическое исследование, включающее комплекс нейропсихологической системы А.Р. Лурия, оценивающий состояние памяти, праксиса, гнозиса и речи. Для диагностики умеренно выраженных когнитивных расстройств поражение лобных долей или подкорковых церебральных структур) использовались тесты MMSE и FAB. Также проводились компьютерная ЭЭГ и исследование когнитивных вызванных потенциалов.

Обследование выявило диффузность мозгового поражения при токсической энцефалопатии по результатам как ЭЭГ, так и нейропсихологического обследования. Изменение аналитико-синтетического мышления, слухоречевой, долговременной, зрительной памяти, реципрокной координации, пальцевого гнозиса, импрессивной речи отмечено при ртутной энцефалопатии. Выявлена функциональная недостаточность лобной доли и премоторной области левого полушария при алкогольной энцефалопатии.

Установлено, что ведущим клиническим проявлением токсической энцефалопатии является органическое расстройство личности с КН различной степени выраженности и астенический синдром. Однако, если для хронической ртутной интоксикации характерен гиперстенический вариант, то для

алкогольной энцефалопатии – гипостенический, при котором на первый план выступает преимущественно физическая астения. КН при токсических энцефалопатиях подтверждались снижением объема памяти, внимания, ассоциативно-логического мышления и изменением показателей когнитивных (P300) ВП мозга. Неразрывно связаны с КН психоэмоциональные расстройства, наблюдающиеся при энцефалопатии любой этиологии. Особенностью ртутной энцефалопатии являлось наличие более выраженных уровней тревожности, депрессии, астенического состояния, невротизации и психопатизации.

### **COGNITIVE IMPAIRMENT IN BRAIN DAMAGE TOXIC**

**Katamanova E.V.**

Federal state Budgetary scientific institution "East-Siberian institute of medical and environmental research",  
Angarsk, Irkutsk region, Russia; e-mail: krisla08@rambler.ru

Cognitive impairment (CI) is accompanied by numerous brain diseases. In addition to the common cause of cerebrovascular disease CI, with organic brain disease may be a chronic toxic effects, including professional (mercury) and alcohol.

**The purpose of research** – to determine the characteristics of cognitive impairment in patients with toxic (mercury or alcohol) encephalopathy.

The study included 36 patients with chronic mercury intoxication and 30 with chronic alcoholism. The control group included 30 apparently healthy men representative of age, have no contact with toxic substances or abuse alcohol. All patients underwent neuropsychological study involving complex neuropsychological system A.R. Luria, assessing the status of memory, praxis, gnosis and speech. For the diagnosis of moderately severe cognitive impairment loss frontal or subcortical cerebral structures) used tests MMSE and FAB. Also held computer and EEG study of cognitive evoked potentials.

The survey revealed a diffuse brain injury in toxic encephalopathy as a result of both EEG and neuropsychological testing. Changing the analytical and synthetic thinking, oral-aural, long-term, visual memory, reciprocal coordination, finger gnosis impressive speech observed at mercury encephalopathy. It revealed a functional failure of the frontal lobe and the premotor area of the left hemisphere in alcoholic encephalopathy.

It was found that the leading clinical manifestations of toxic encephalopathy is an organic personality disorder with CI varying severity and asthenic syndrome. However, if chronic mercury intoxication characterized hypersthenic option, for alcoholic encephalopathy – hyposthenic in which to the forefront mainly physical fatigue. CI in toxic encephalopathy confirmed decline in memory, attention, associative and logical thinking and cognitive indicators of change (P300) evoked potentials brain. They are inextricably linked with CI psycho-emotional disorders, encephalopathy observed in any etiology. A special feature was the presence of mercury encephalopathy, more severe levels of anxiety, depression, asthenic conditions, neuroticism and psihopatizatsii.

### **К ВОПРОСУ О СВОБОДЕ ВОЛИ НЕЙРОНА**

**Каштанова Т.В.**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской  
Федерации, Томск, Россия; [tanya2871@yandex.ru](mailto:tanya2871@yandex.ru)

Разработанная П.К. Анохиным теория функциональных систем позволяет охватить единым пониманием самые разные уровневые процессы (нейрональные, мозговые, индивидуальные). Принципы работы целостности, из которых активность является принципом самоорганизации, составляет единство плана организации живых систем. Так, концепция нейрона в системной психофизиологии рассматривает последовательность событий в «деятельности» нейрона аналогично той, которая характеризует активный, целенаправленный организм, а сложность морфологии и физиологии отдельного нейрона сопоставима со сложностью индивида. В этой логике допускается аналогия процессов в нейроне волевым процесса индивида. Согласно предложенной П.К.Анохиным (1975) концепции интегративной деятельности нейрона в теле нейрона разворачивается химический процесс интеграции нескольких информационных потоков для принятия решения к действию (генерации импульсов). Для понимания оснований «системных объединений нейронов» П.К. Анохиным вводится понятие о степенях свободы нейрона, определяемое конвергенцией гетеромодальных возбуждений в сочетании и интегративным состоянием нейрона. Также как индивид, нейрон, будучи системоспецифичным, принимает «общественные» (системные) ценности как свои, и они становятся мотивами его «деятельности». К вариантам передачи «общественного мнения» для нейрона может выступать «объемная передача» (медленная диффузия гормонов, нейротрансмиттеров, «спиловер») в мозге. Нейрон, также как и индивид, может оказаться в ситуации морального конфликта между эгоистическими метаболическими потребностями и альтруистическими потребностями (для системы). Применительно к вопросу о свободе воли нейрона рассматривается концепция многоальтернативности структур открытых систем. Нейрон, как и индивид, сталкивающийся с изменениями (неопределенностями) внешней среды (кровотока, притока метаболитов от глии и др.) должен обладать активным выбором стратегий адаптации. Внешняя неопределенность отражается в общесистемной способности многовариантного функционирования такого сложного объекта как нейрон. Волевое действие индивида, сознательное, опосредованное целями и мотивами, направленное на преодоление внешних и внутренних препятствий приводит к повышению эффективности нового соотношения со средой и доказывает свою эволюционную значимость.

### **TO THE QUESTION ABOUT FREE WILL NEURON**

**Kashtanova T.V.**

State budgetary educational institution of higher professional education "Siberian state medical University" Ministry  
of health of the Russian Federation, Tomsk, Russia; [tanya2871@yandex.ru](mailto:tanya2871@yandex.ru)



Developed by P. K. Anokhin theory of functional systems allows to capture a common understanding of the different-level processes (neuronal, cerebral, individual). The principles of integrity, of which activity is the principle of self-organization, is the unity of organization of living systems. So, the concept of a neuron in the system psychophysiology examines the sequence of events in the "activity" of a neuron is similar to that which characterizes the active, purposeful individual, and the complexity of the morphology and physiology of a single neuron is comparable with the complexity of the individual. This logic permitted the analogy of processes in the neuron volitional process of the individual. As proposed by P. K. Anokhin (1975) concept of the integrative activity of the neuron in the body of a neuron takes place a chemical process to integrate multiple information flows for decision making to action (generate pulses). For understanding the foundations of "system of Association neurons" P. K. Anokhin introduces the concept of the degrees of freedom of the neuron, defined by the convergence heteromodal excitations in the combination and integrative state of the neuron. As well as the individual neuron, being systemspecification, adopts the "public" (system) values as their own, and they become the motives of his "activities". To options the transfer of "public opinion" of a neuron may act as a "volume transmission" (slow diffusion of hormones, neurotransmitters, "spillover") in the brain. The neuron, as well as the individual may be in a situation of moral conflict between egoistic metabolic needs and altruistic needs (for the system). With regard to the issue of freedom of will of a neuron introduces the concepts of multialternative structures of open systems. The neuron, as the individual facing changes (uncertainties) in the external environment (blood flow, influx of metabolites from glial, etc.) must have active choice of adaptation strategies. External uncertainty is reflected in the system-wide capacity multivariate functioning of such a complex object as a neuron. The volitional action of an individual, conscious, mediated by goals and motives, aimed at overcoming external and internal obstacles leads to increased efficiency of the new correlation with the environment and proves its evolutionary significance.

### **ПАРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИСТОЧНИКОВ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПРИ ВООБРАЖЕНИИ ДВИЖЕНИЙ**

**Керечанин Я.В.<sup>1,2,4</sup>, Бобров П.Д.<sup>2</sup>, Фролов А.А.<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Московский Физико Технический Институт; <sup>2</sup>Институт Высшей Нервной Деятельности и Нейрофизиологии РАН; <sup>3</sup>Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет имени Н. И. Пирогова; <sup>4</sup>Институт Физиологии имени А. А. Богомольца НАН Украины.

Целью данной работы являлось определение характера взаимодействия наиболее часто встречающихся пар источников биоэлектрической активности мозга, регистрируемой в виде ЭЭГ, во время экспериментов по управлению ИМК при помощи воображения движений.

Для поиска источников экспериментальные записи обрабатывались пятью методами независимых компонент. Все эти методы разделяют источники по принципу минимизации взаимной информации их активностей. Каждый источник характеризуется распределением потенциалов, которые он создает на поверхности головы и активностью, зависящей от времени. В предыдущих работах показано, что физиологически адекватной моделью такого источника является токовый диполь, и распределение потенциала, наводимого им на поверхности головы определяется его положением и ориентацией в коре головного мозга, которые можно найти с помощью решения обратной задачи ЭЭГ.

В экспериментах участвовали 26 испытуемых, для каждого испытуемого было проведено 10-15 сессий тренировки на управление ИМК. Таким образом, количество записей 48 канального ЭЭГ, соответствующих каждой сессии, приближалось к 400. Т.к. каждый метод дает 48 компонент, а число методов - 5, то общее число выделенных источников приближалось к 100000.

Из рассмотрения исключались источники, которые не могут быть приближены одним диполем с достаточной точностью, а также источники, чьи спектры не имели пика в альфа-диапазоне.

При помощи кластерного анализа были найдены пары, встречающиеся вместе в наибольшем количестве записей. Источники, образующие эти пары, в основном локализованы в премоторной и центральной теменной областях.

Спектральная кросс-когерентность показала наличие синхронизации в альфа диапазоне при выполнении соответствующей ментальной задачи для пары источников, локализованных в зонах Бродмана 6 в левом и правом полушариях.

Для оценки направленного влияния одного источника на другой применялся анализ сигнала по его векторной авторегрессионной (VAR) модели. Показано, что взаимодействие источников происходит в альфа диапазоне. Однако, его производная- анализ причинности по Грейнджеру (Granger Causality), не дал статистически достоверных результатов и продемонстрировал сильную зависимость от характера фильтрации сигнала.

Данная работа показала, что во время воображения движений в мозгу испытуемого активируются определенные зоны, взаимодействующие между собой на частотах тета, альфа, бета и гамма диапазонов. Наиболее перспективный метод такого анализа- построение VAR моделей интерферирующих источников.

### **ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ МЫШЕЙ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАНОСЕКУНДНОГО ИМПУЛЬСНО- ПЕРИОДИЧЕСКОГО МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭПИДИДИМАЛЬНУЮ ЖИРОВУЮ ТКАНЬ**

**Керея А.В.<sup>1</sup>, Большаков М.А.<sup>1,2</sup>, Кутенков О.П.<sup>1</sup>, Ростов В.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия;

<sup>2</sup>Томский государственный университет, г. Томск, Россия; kereya21@mail.ru

Известно, что жировая ткань в организме выполняет функцию нейроэндокринного органа, оказывая влияние на информационную деятельность головного мозга и ЦНС (Fruhbeck G. et al., 2001; Шварц В., 2009). Исследование механизмов влияния наносекундного импульсно-периодического микроволнового излучения (ИПМИ) на процессы в ЦНС является одним из важных вопросов нейробиологии и физиологии с точки зрения воздействия физических факторов. Целью настоящего исследования являлось изучить

поведенческие эффекты воздействия ИПМИ непосредственно на эпидидимальную жировую ткань мышей. Эксперименты выполнены на 40 белых мышах–самцах массой 25-30 г с соблюдением всех этических норм и правил. Мыши паховой областью, где сосредоточена вся масса эпидидимальной жировой ткани в течение 10 дней подвергались ежедневному однократному воздействию ИПМИ (4000 импульсов за сеанс), с пППМ 1500 Вт/см<sup>2</sup> и частотами повторения импульсов 6, 13 и 22. В качестве источника излучения использовался лабораторный импульсный генератор на основе магнетрона МИ–505 (Россия). У облученных и ложнооблученных животных оценивались эмоционально-поведенческие компоненты (горизонтальная, вертикальная составляющие, норковая активность, груминг и дефекации) по методике «открытое поле» (Буреш Я. и др.,1991) до и после облучения, а также в течение всего эксперимента круглосуточно регистрировалась общая двигательная активность.

Анализ поведения мышей в «открытом поле» позволил установить снижение горизонтальной активности после воздействия ИПМИ с частотами 6, 13 и 22 имп./с. Облучение жировой ткани ИПМИ с частотой повторения 22 имп./с увеличивало норковую активность, снижало количество актов дефекаций/уринаций у мышей. Последнее также снижалось после облучения с частотой повторения 6 имп./с. Общая двигательная активность мышей после облучения с частотой 6 имп./с постепенно уменьшалась, начиная с 5-х суток облучения. Воздействие с частотой 13 имп./с вызывало снижение двигательной активности на 3 и 6 сутки эксперимента. При облучении с частотой 22 имп./с на 5, 9 и 10 день эксперимента, напротив, наблюдалось увеличение двигательной активности. Наблюдаемые эффекты зависели от частоты повторения импульсов. Полученные результаты подтвердили предположение об участии жировой ткани мышей как нейроэндокринного органа в реализации нейрофизиологических эффектов воздействия на нее наносекундным ИПМИ.

#### **BEHAVIORAL RESPONSES OF MICE AFTER REPEATED EXPOSURE OF EPIDIDYMAL ADIPOSE TISSUE OF MICE TO NANOSECOND REPETITIVE PULSED MICROWAVES**

**Kereya A.V.<sup>1</sup>, Bolshakov M.A.<sup>1,2</sup>, Kutenkov O.P.<sup>1</sup>, Rostov V.V.<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup>Institute of High-Current Electronics SB RAS, Tomsk, Russia;

<sup>2</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia, kereya21@mail.ru

It is known that adipose tissue is a neuroendocrine organ of the body and influences brain activity information (Fruhbeck G. et al, 2001; Schwartz W., 2009). In terms of the biological effects of physical factors, one of the important questions of neurobiology and physiology is the study of mechanisms of influence of the nanosecond repetitive pulsed microwaves (RPMs) on processes in the central nervous system. The behavioral effects of the RPMs directly on the epididymal adipose tissue of mice was the aim of this study. The work was performed in 40 inbred male mice (m=25-30 g), using all ethic rules. The animals were divided into two groups: a sham-irradiated group and an irradiated group, with 6 animals for each used irradiation mode. The experimental animals were daily exposed to 4000 RPM pulses of duration 100 ns with a repetition frequency of 6, 13, and 22 Hz for 10 days. During the irradiation, the mice were in plastic containers placed at an open waveguide end to ensure irradiation of their groin where the bulk of epididymal adipose tissue was concentrated. The rest part of their body was covered with radio-absorbing materials to eliminate possible irradiation of the whole body. Laboratory generator based on the MI-505 magnetron served as RPM source. The behavioral components were assessed (horizontal, vertical components of motor activity, mink activity, grooming and defecation) according to the «open field» (Buresh J. et al., 1991) procedure immediately before and after the irradiation of mice. Furthermore, throughout the experiment (day and night) general motor activity of mice was recorded.

Experiments have shown that the nanosecond repetitive pulsed microwaves have a significant impact on some of the behavioral responses of irradiated mice. The inhibition of horizontal activity was observed after exposure to the RPMs with a repetition rate of 6, 13 and 22 Hz. Mink activity was increased, but the number of acts of defecation/urination were reduced after exposure to the RPMs with a repetition rate of 22 Hz. The last one was also reduced after exposure with a repetition rate of 6 Hz. Total motor activity of mice was decreased gradually starting from 5-th day of RPM irradiation with a frequency of 6 Hz. The impact with the frequency of 13 Hz led to a decrease in motor activity at 3 and 6 hours of the experiment. However, there was an increase in motor activity on 5, 9 and 10 days of the experiment with the daily RPM irradiation with frequency of 22 Hz. The effects depended on the pulse repetition frequency. The results confirmed the assumption that adipose tissue of mice as a neuroendocrine organ participates in the realization of neurophysiological effects of the nanosecond RPMs.

#### **ОСОБЕННОСТИ ЭЭГ, ОТРАЖАЮЩИЕ НАРУШЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У БОЛЬНЫХ С ЭНЦЕФАЛОПАТИЯМИ**

**Кижеватова Е.А.<sup>1</sup>, Омельченко В.П.<sup>2</sup>**

Государственное бюджетное образовательное учреждение Высшего профессионального образования

Ростовский государственный медицинский университет Министерства Здравоохранения Российской Федерации, Ростов-на-Дону, Ростовская область, Россия; <sup>1</sup>alyonatim@mail.ru, <sup>2</sup>vitaly.omelchenko@mail.ru

Последние 15 лет характеризовались широким внедрением новых и значительным совершенствованием уже известных функционально-диагностических методов исследования головного мозга. На таком фоне метод оценки функционирования головного мозга по его электрической активности – электроэнцефалографии (ЭЭГ) – не потерял своей значимости. И вот уже на протяжении 80 лет ЭЭГ широко используется в исследованиях заболеваний нервной системы, однако клиническое значение ряда выявляемых с помощью нее феноменов продолжает оставаться предметом дискуссий из-за сложности ЭЭГ-сигнала.

Таким образом, цель данной работы – применение метода многомерного шкалирования для анализа ЭЭГ, демонстрация применения информационных технологий для повышения информативности компьютерного анализа ЭЭГ при оценке когнитивных функций у больных с дисциркуляторной энцефалопатией.

В данном исследовании приняли участие 60 человек: больные с дисциркуляторной энцефалопатией и контрольная группа (здоровые лица). Запись биоэлектрической активности головного мозга осуществлялась на 16-канальном электроэнцефалографе «Энцефалан-131-03».

В результате выполнения исследования ЭЭГ-данных сделаны выводы:

- при сравнении отведений ЭЭГ по тестам «Фон ОГ», «Фон ЗГ», «Растения», «Счет» у здоровых испытуемых координаты МШ совпадали практически по всем тестам, в некоторых случаях имелось отличие между тестом «Счет» и остальными тестами; у пациентов с ДЭП отсутствовало совпадение точек при выполнении этих тестов;

- МШ для анализа ЭЭГ по тестам «Фон ОГ», «Фон ЗГ», «Буква», «Лишнее» показало, что у здоровых пациентов наблюдается совпадение координат по тестам «Фон ОГ», «Фон ЗГ», «Буква», формировалась область точек теста «Лишнее»; у больных отсутствовало совпадение координат по этим тестам, но результаты объединялись в группы;

- при сравнении амплитуд ЭЭГ по отведениям выявлено: вертикальное расположение точек, соответствующих одному отведению, у здоровых пациентов практически во всех тестах; для больных

В результате проведенного исследования получен вывод о том, МШ позволяет классифицировать здоровых и больных испытуемых по ЭЭГ-показателям. С помощью этого метода в дальнейшем возможно проведение анализа состояния здоровья пациента и выявление степени заболевания.

### **THE FEATURES OF EEG REFLECTING VIOLATIONS OF COGNITIVE FUNCTIONS OF THE BRAIN AT PATIENTS WITH ENCEPHALOPATHIES** **Kizhevatoва E.A.<sup>1</sup>, Omelchenko V.P.<sup>2</sup>**

State budgetary educational institution of higher professional education Rostov state medical university of Ministry of Health of the Russian Federation. Rostov-on-Don, Russia;  
<sup>1</sup>alyonatim@mail.ru, <sup>2</sup>vitaly.omelchenko@mail.ru

The last 15 years were characterized by broad introduction new and considerable improvement of already known functional and diagnostic methods of research of a brain. On such background the method of an assessment of functioning of a brain on his electric activity – an electroencephalography (EEG) – hasn't lost the importance. And already for 80 years of EEG it is widely used in researches of diseases of nervous system, however clinical value of a number of the phenomena revealed by means of her continues to remain a subject of discussions because of complexity of the EEG-signal.

Thus, the purpose of this work – application of a method of multidimensional scaling for the analysis of EEG, demonstration of application of information technologies for increase of informational content of the computer analysis of EEG at an assessment of cognitive functions at patients with distsirkulyatorny encephalopathy.

60 people have taken part in this research: patients with distsirkulyatorny encephalopathy and control group (healthy faces). Record of bioelectric activity of a brain was carried out on the 16-channel electroencephalograph "Entsefalan-131-03".

As a result of performance of research of EEG-data conclusions are drawn:

- when comparing assignments of EEG according to the tests "OG Background", "ZG Background", "Plants", "Account" at healthy examinees of coordinate of MSh coincided practically according to all tests, in certain cases there was a difference between the Account test and other tests; patients with DEP had no coincidence of points at implementation of these tests;

- MSh for the analysis of EEG according to the tests "OG Background", "ZG Background", "Letter", "Superfluous" has shown that at healthy patients coincidence of coordinates according to the tests "OG Background", "ZG Background", "Letter" is observed, the area of points of the Superfluous test was formed; patients had no coincidence of coordinates according to these tests, but results united in groups;

- when comparing amplitudes of EEG on assignments it is revealed: a vertical arrangement of the points corresponding to one assignment at healthy patients practically in all tests; for patients

As a result of the conducted research a conclusion about that is received, MSh allows to classify healthy and sick examinees by EEG-indicators. By means of this method carrying out the analysis of a state of health of the patient and identification of degree of a disease is possible further.

### **ВЛИЯНИЕ МУЗЫКАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ РАЗЛИЧНОГО ЖАНРА НА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА** **Кириллова А.В., Янцев А.В., Панова С.А.**

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Таврическая академия, Симферополь, Россия .  
E-mail: kyryllova.alla@mail.ru

Музыка влияет на колебательные процессы внутри клетки и на биоэлектрическую активность мозга. Музыка гармонизирует колебательные процессы живой ткани и мозга по резонансному механизму, в этом тайна ее воздействия. При прослушивании музыки в головном мозге человека происходит активизация зон, ответственных за восприятие речи и ее обработку. То есть, прослушивая музыку, наш мозг реагирует на нее, как реагировал бы на разговор или беседу, таким образом, музыка, как и человеческие слова, могут воздействовать на наш мозг определенным образом. Основная причина возможности влияния музыки на человека – ее прямое воздействие на биоритмы мозга [1,2].

Исследовали влияние музыки (рока, и классическая музыка) на биоэлектрическую активность мозга. Прослушивание музыкальных композиций различного жанра вызывает качественно различные изменения в ЭЭГ. В ходе статистической обработки экспериментальных данных были выявлены значимые изменение амплитуды тета- ритма в отведении Fp1 во время прослушивании классической музыки (Бетховен – Лунная соната) и рок музыки (Europe – The Final Countdown). Экспериментально установлено, что амплитуда тета- ритма в отведении O1 при прослушивании классической музыки значительно возросла по отношению к

року. В частности, если во время прослушивания классической музыки амплитуда тета-ритма ЭЭГ составляла 100 мВ, то при прослушивания рок музыки она возросла до 110 мВ. Исследование пространственно-временных характеристик ЭЭГ при прослушивании классической музыки и рока выявило повышение функциональных связей электрических процессов, которые касаются тета-диапазона частот при прослушивании классической музыки.

Таким образом, наиболее благоприятный эмоционально-личностный фон наблюдался у испытуемых после прослушивания классической музыки, а наиболее напряжённый – у испытуемых прослушавших рок музыку. Суммируя полученные нами данные факты, можно сделать вывод, что при прослушивании классической музыки повышается сочетанность электрической активности мозга, а именно в тета-ритме в отведениях Fp1, C3, O1 после воздействия музыкальной композиции. По остальным отведениям наблюдались некоторые изменения амплитуд ритмов ЭЭГ, которые не достигли статистической значимости.

#### Литература

1. Бочкарев Л.Л. Психология музыкальной деятельности / Бочкарев Л.Л. – М., 1997.
2. Готсдинер А.Л. Влияние музыки на человека по данным электроэнцефалографических и психологических показателей / Готсдинер А.Л., Мясичев В.Н. // Вопросы психологии. – 1975.- №1.

### INFLUENCE OF MUSICAL COMPOSITIONS OF VARIOUS GENRE ON BIOELECTRIC ACTIVITY OF A BRAIN OF THE PERSON

Kirillova A.V., Yantsev A.V., Panova S.A.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimer, Russian Federation

. E-mail: [kyryllova.alla@mail.ru](mailto:kyryllova.alla@mail.ru)

Music influences oscillatory processes in a cell and bioelectric activity of a brain. Music harmonizes oscillatory processes of a living tissue and a brain on the resonant mechanism, in it secret of her influence. When listening music in a brain of the person there is an activation of the zones responsible for perception of the speech and its processing. That is, listening to music, our brain reacts to it as would react to conversation or conversation, thus, music, as well as human words, can influence our brain definitely. The main reason for a possibility of influence of music on the person – her direct impact on brain biorhythms [1,2]

Investigated influence of music (rock, and classical music) on bioelectric activity of a brain. Listening of musical compositions of various genre causes qualitatively various changes in EEG. During statistical processing of experimental data have been revealed significant change of amplitude a theta rhythm in assignment of Fp1 in time listening of classical music (Beethoven – the Moonlight Sonata) and rock music (Europe – The Final Countdown). It is experimentally established that amplitude the theta rhythm when listening classical music has considerably increased in assignment of O1 in relation to rock. In particular, if during listening of classical music amplitude the theta rhythm of EEG made 100 mV, then when listening rock music it has increased to 110 mV. Research of existential characteristics of EEG when listening classical music and rock has revealed increase of functional communications of electric processes which concern a theta rhythm when listening classical music.

Thus, the optimum emotional and personal background was observed at examinees after listening of classical music, and the most intense – at the examinees who have listened to rock music. Summarizing these facts received by us, it is possible to draw a conclusion that when listening classical music the sochetannost of electric activity of a brain, namely in a theta rhythm in assignments of Fp1, C3, O1 after influence of musical composition raises. On other assignments some changes of amplitudes of rhythms of EEG which haven't reached the statistical importance were observed.

### ВЛИЯНИЕ ПАРАТИРОЗОЛА И ФЛУОКСЕТИНА НА НЕЙРОГЕНЕЗ В ГИППОКАМПЕ В УСЛОВИЯХ ТОТАЛЬНОЙ ИШЕМИИ У КРЫС

Кисель А.А.<sup>1</sup>, Чернышева Г.А.<sup>2</sup>, Смольякова В.И.<sup>2</sup>, Савченко Р.Р.<sup>1</sup>, Плотников М.Б.<sup>2</sup>, Ходанович М.Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия; <sup>2</sup>НИИФРМ им. Е.Д. Гольдберга, Томск, Россия; [kisell.alena@gmail.com](mailto:kisell.alena@gmail.com)

Постнатальный нейрогенез рассматривается в качестве мишени для восстановления мозга после пагубного воздействия ишемии, поэтому поиск препаратов, регулирующих нейрогенез в этих условиях, представляется крайне актуальным. В данном исследовании было изучено влияние на нейрогенез паратирозола – синтетического аналога активного вещества родиолы розовой (*Rhodiola rosea*), а также проведено сравнение эффекта препарата с эффектом флуоксетина, для которого доказана нейрогенная активность.

Эксперимент проводился на 74 крысах самцах Wistar (масса 250-300 г; после операции выжило 42 крысы), разделённых на 4 группы: «Контроль», «Ишемия», «Ишемия + Паратирозол» и «Ишемия + Флуоксетин». Тотальная ишемия моделировалась путём обратимой окклюзии сосудов, отходящих от дуги аорты и снабжающих кровью мозг. Препараты вводились в/б (20 мг/кг) в 1й час после операции и последующие 9 дней. Группа «Контроль» подвергалась тем же манипуляциям, что и группа «Ишемия», но без окклюзии сосудов. Для оценки нейрогенеза на 11-е и 31-е сутки осуществлялась транскраниальная перфузия, мозг извлекался, замораживался, и изготавливались срезы мозга для иммуногистохимического окрашивания на даблкортин (DCX) – маркер нейрогенеза.

Статистический анализ показал, что тотальная ишемия усиливает нейрогенез в зубчатой извилине (DG) гиппокампа по сравнению с контролем ( $P < 0.001$ ) на 10-е сутки после ишемии и снижает его ( $P < 0.001$ ) на 30-е сутки. Введение паратирозола или флуоксетина снижает нейрогенез по сравнению с группой «Ишемия» на 10-е сутки до уровня контроля (паратирозол,  $P < 0.01$ ) или еще более низкого уровня (флуоксетин,  $P < 0.001$ ). На 30-е сутки уровень нейрогенеза в группах, получавших препараты, не отличается от контроля. Количество DCX+ клеток в гиппокампе за пределами DG в группе «Ишемия» на 10-е сутки

после ишемии не отличается от контроля, однако на 30-е сутки выше, чем в контроле ( $P < 0.001$ ). Введение паратирозола на фоне ишемии существенно (в 4.5 раза) увеличивает количество незрелых нейронов за пределами нейрогенной DG на 10-е сутки после ишемии ( $P < 0.01$ ), а при введении флуоксетина этого эффекта не наблюдается. Такое разнонаправленное влияние паратирозола и флуоксетина на нейрогенез в гиппокампе даёт основания предполагать различный механизм действия препаратов на пролиферацию, дифференциацию и выживание клеток. *Исследование выполнено при финансовой поддержке Программы повышения конкурентоспособности ТГУ.*

#### **EFFECT OF PARATHYROZOL AND FLUOXETINE ON HIPPOCAMPAL NEUROGENESIS AFTER GLOBAL CEREBRAL ISCHEMIA IN RATS**

**Kisel A.A.<sup>1</sup>, Chernyshova G.A.<sup>2</sup>, Smolyakova V.I.<sup>2</sup>, Savchenko R.R.<sup>1</sup>, Plotnikov M.B.<sup>2</sup>, Khodanovich M.Yu.<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russia; <sup>2</sup>E.D.Goldberg Institute of Pharmacology and Regenerative Medicine, Tomsk, Russia; [kisell.alena@gmail.com](mailto:kisell.alena@gmail.com)

Adult neurogenesis is considered as a target for brain recovery after ischemic lesions. The search of drugs which regulate neurogenesis in ischemic conditions is highly important. The study concentrates on the post ischemic neurogenesis influenced by parathyrozol – synthetic analog of active substance in *Rodiola rosea* and comparing its influence with effect of fluoxetine which demonstrates neurogenesis stimulation in normal conditions.

Adult male Wistar rats ( $n=74$ , weight 250-300 g; after surgery 42 animals survived) were divided on 4 groups: "Control", "Ischemia", "Ischemia + Parathyrozol" and "Ischemia + Fluoxetine". The global ischemia model was induced by transient occlusion of the main branches of the aortal arch providing blood supply to the brain. Animals received intraperitoneal injection of drugs (20 mg/kg) at the 1<sup>st</sup> hour after the surgery and during next 9 days. The rats that underwent the same operation without vessels occlusion served as the sham-operated control group. To evaluate neurogenesis, transcardial perfusion was performed on the 11<sup>th</sup> and 31<sup>th</sup> days after surgery, brains were removed and frozen, and brain slices were immunostained for doublecortin (DCX), a marker of immature neurons. Doublecortin-positive (DCX+) cells were manually counted on immunofluorescent microphotographs.

According to results the neurogenesis increased in DG after global ischemia in comparison with the control group ( $P < 0.001$ ) by 10<sup>th</sup> day and decreased by 30<sup>th</sup> day ( $P < 0.001$ ). Injection of parathyrozol or fluoxetine during the first 10 days after surgery decreased neurogenesis to control level at 10<sup>th</sup> day (parathyrozol,  $P < 0.01$ ) or lower level (fluoxetine,  $P < 0.001$ ). No significant differences between the treated and control groups day were found by 30<sup>th</sup>. The number of DCX+ cells in hippocampus outside DG was not significantly higher in the ischemia group compared with the control group at 10<sup>th</sup> day but became higher than the control level by 30<sup>th</sup> day ( $P < 0.001$ ). The parathyrozol injection in ischemic conditions significantly (4.5 times) increased the number of DCX+ cells in hippocampus out DG by 10<sup>th</sup> day ( $P < 0.01$ ). Fluoxetine did not effect on the neurogenesis the same way. Revealed differently directed influences of parathyrozol and fluoxetine suggest different action mechanisms of the drugs on proliferation, differentiation and surviving of cells.

*The study was supported by Tomsk State University Competitiveness Improvement Program.*

#### **ПРИРОДА СОСУДИСТОЙ РЕАКЦИИ НА СГИБАНИЕ ШЕИ**

**Kitov V.V.<sup>1</sup>, Denise P.<sup>2</sup>, Tomilovskaya E.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Науки Государственный Научный Центр Российской Федерации Институт Медико-биологических Проблем РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Клинический центр Университета города Кан, Отдел клинической физиологии, Кан, Франция.

О влиянии вестибулярной системы на сердечно-сосудистые реакции говорят с первой половины XX века (Bradbury и Eggleston, 1925). Гипотеза об участии вестибулярной системы в регуляции артериального давления, возникшая на основе клинической практики, нашла подтверждения в экспериментах на животных. Было показано влияние вестибулярной стимуляции как на непосредственно кровяное давление, так и на симпатическую активность в нервах конечностей. Предполагаемый механизм влияния вестибулярной системы на сосудистый тонус дополняет барорефлекторный механизм поддержания мозгового кровотока более быстрыми реакциями (Holstein, 2011). Проявлением функционирования этого механизма считают влияние сгибания шеи у человека, лежащего ничком, на кровоток в голени, описанное Essandoh и соавт. в 1988 г. В дальнейшем рефлекторная природа снижения кровотока была подтверждена увеличением симпатической активности в нервах конечностей при этом маневре (Short и Ray 1997). В большом числе публикаций эту реакцию рассматривают как инструмент исследования вестибуло-симпатического влияния и как обоснование гипотезы об участии вестибулярного аппарата в управлении артериальным давлением у человека (Lawrence с соавт., 2008; Cook и Ray, 2010; Dyckman с соавт., 2011, 2012; Ray с соавт., 2013; Yates, 2014).

Однако эксперимент с участием пациентов с отсутствующими вестибулярными рефлексам, повторяющий эксперименты, в которых был выявлен феномен снижения кровотока в голени у здоровых обследуемых, выявил, что реакция кровотока и периферического сосудистого сопротивления на сгибание шеи у больных не отличается от таковой у добровольцев без нарушений вестибулярной функции. В свете этого наблюдения встает вопрос об истинной природе рассматриваемой реакции. Эксперимент с вывешиванием головы, позволяющим отдельно управлять нагружением шеи, наклоном головы и уровнем головы относительно тела, дает возможность двигаться к ответу на этот вопрос.

*Исследование поддержано грантом РФФ №14-25-00167.*

#### **NATURE OF VESSEL REACTION TO NECK FLEXION**

**Kitov V.V.<sup>1</sup>, Denise P.<sup>2</sup>, Tomilovskaya E.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute for Biomedical Problems – Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; <sup>2</sup>CHU de Caen, Department of Clinical Physiology, Caen, 14000, France

First words about influence of vestibular system upon cardiovascular reactions have been said in the first half of the XXth century (Bradbury и Eggleston, 1925). Hypothesis of such influence was based on clinical observations but later found lots of evidence in animal experiments. It has been shown that vestibular stimulation causes alterations in blood pressure as well as in sympathetic nerves activity. The mechanism of vestibular influence on vessel tone is thought to be a faster component of orthostatic mechanism in addition to the baroreflex (Holstein, 2011).

Response of calf and forearm blood flow on head-down neck flexion (HDNF) in a man lying prone shown by Essandoh et al. in 1988 is considered to be an illustration of such mechanism. In consistence with such hypothesis is the fact that this response is accompanied by changes in sympathetic neural activity (Short and Ray 1997). A number of papers use this reaction as a tool for studying vestibulo-sympathetic influence as well as an evidence for existence of such influence (Lawrence et al., 2008; Cook, Ray, 2010; Dyckman et al., 2011, 2012; Ray et al., 2013; Yates, 2014).

However, an experiment with participation of patients with vestibular areflexia which reproduced experiments with participation of healthy volunteers revealed a regular blood flow reaction to HDNF in such patients. In the light of this observation a question rises of what is the nature of the reaction. An experiment with head suspension allowing to control neck loading, head inclination and level separately make it possible to move towards the answer. *The study is supported by RSF grant №14-25-00167.*

#### **МИКРОЭЛЕМЕНТЫ И НЕЙРОСПЕЦИФИЧЕСКИЕ БЕЛКИ В МНОГОФАКТОРНОМ ЭТИОПАТОГЕНЕЗЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА И ТРАНЗИТОРНОЙ ИШЕМИЧЕСКОЙ АТАКИ**

\*Л.Л. Клименко, \*\*А.В. Скальный, \*\*\*А.А. Турна, \*\*\*\*М.С. Савостина, \*\*\*\*А.Н. Мазилина, \*И.С. Баскаков,  
\*М.Н. Буданова, \*А.И. Деев

\*Учреждение Российской академии наук Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН, Москва;

\*\*АНО Центр биотической медицины; \*\*\*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Институт повышения квалификации ФМБА России; \*\*\*\* КБ № 123 ФМБА России

Исследования последних лет доказывают, что макро- и микроэлементы — неотъемлемая часть нейротрофической системы мозга и нарушение элементного гомеостаза является важным звеном в многофакторном патогенезе дисциркуляторных заболеваний мозга. Несмотря на очевидное сходство ишемического инсульта (ИИ) и транзиторной ишемической атаки (ТИА), особенности этиопатогенеза этих нозологических групп все же не позволяют отождествлять их. С целью дифференциальной диагностики ИИ и ТИА в клинических условиях методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой на атомно-эмиссионном спектрометре Optima 2000 DV (Perkin Elmer, США) проведено исследование макро- и микроэлементного баланса в сыворотке крови пациентов-мужчин, средний возраст  $67 \pm 0,5$  лет с диагнозами ИИ (n=50) и ТИА (n=37). В качестве маркеров повреждения мозговой ткани при ишемизации мозга была определена концентрация нейроспецифических белков S100, аутоантител к NR2 и белка VEGF (vascular endothelial growth factor) – методом иммуноферментного анализа на автоматическом иммуноферментном анализаторе «Лазурит» фирмы «Вектор-бест» (Россия), с использованием реагентов фирмы «Randox» (Великобритания). Сравнительный анализ, проведенный в группах пациентов с ИИ и ТИА по методам Манна-Уитни и Крускала–Уоллеса показал достоверное различие концентрации микроэлементов Fe, Cu, Se, Mn и Zn ( $p < 0,001$ ). Концентрация нейроспецифических белков в исследованных группах также имела достоверное различие ( $p < 0,0001$ ). Корреляционный анализ выявил достоверную связь этих микроэлементов с нейроспецифическими белками ( $p < 0,05$ ). Поскольку исследованные микроэлементы входят в состав многочисленных ферментов нервной и глиальных тканей, принимают участие в реакциях окислительного фосфорилирования и обладают нейропротекторными свойствами, их достоверное различие у пациентов с диагнозами ИИ и ТИА свидетельствует о глубоком различии многофакторного этиопатогенеза этих дисциркуляторных заболеваний. Данный вывод подтверждается и достоверным различием концентрации нейроспецифических белков, а также их связью с микроэлементами, что свидетельствует о возможности дифференциальной диагностики ИИ и ТИА с помощью микроэлементного анализа.

#### **TRACE ELEMENTS AND NEUROSPECIFIC PROTEINS IN MULTIFACTORIAL PATHOGENESIS OF ISCHEMIC STROKE AND TRANSIENT ISCHEMIC ATTACK**

\*L.L. Klimenko, \*\*A.V. Skalny, \*\*\*A.A. Turna, \*\*\*\*M.S. Savostina, \*\*\*\*A.N. Mazilina, \*I.S. Baskakov,  
\*M.N. Budanova, \*A.I. Deyev

\*Establishment of the Russian Academy of Sciences Institute of chemical physics of N. N. Semenov of the Russian Academy of Sciences; \*\* Autonomous Non-Commercial Organization Center of biotic medicine; \*\*\* Federal public budgetary educational institution of additional professional education institute of professional development of FMBA of Russia, \*\*\*\*CH No. 123 of FMBA of Russia

Recent studies show that the trace elements – an integral part of the neurotrophic system of the brain and disruption element homeostasis is an important link in the pathogenesis of multifactorial diseases dyscirculatory brain. Despite the apparent similarity of ischemic stroke (IS) and transient ischemic attack (TIA), features etiopathogenesis of nosological groups still does not allow to identify them. For the purpose of differential diagnosis of IS and TIA in a clinical setting by atomic emission spectrometry with inductively coupled argon plasma on the atomic emission spectrometry Optima 2000 DV (Perkin Elmer, USA) studied macro-and microelement balance in the blood serum of male patients, average age  $67 \pm 0.5$  years, with diagnosis of IS (n = 50) and TIA (n = 37). As markers of damage to brain tissue during ischemia of the brain was determined concentration neurospecific proteins S100, autoantibodies to NR2, the protein VEGF (vascular endothelial growth factor) – enzyme immunoassay on an automated enzyme immunoassay analyzer "Lapis" firm "Vector-Best" (Russia), with using

reagents company «Randox» (United Kingdom). Comparative analysis in groups of patients with IS and TIA on the methods of the Mann-Whitney and Kruskal-Wallis showed a significant difference in the concentration of trace elements Fe, Cu, Se, Mn and Zn ( $p < 0.001$ ). Neurospecific concentration of proteins in the groups studied also had a significant difference ( $p < 0.0001$ ). Correlation analysis revealed a significant association of micronutrients with the neuron protein ( $p < 0.05$ ). Since the investigated trace elements are part of numerous enzymes neural and glial tissue, are involved in oxidative phosphorylation and have neuroprotective properties of their significant difference in patients diagnosed with IS and TIA indicates a profound difference multifactorial etiopathogenesis of these diseases dyscirculatory. This conclusion is confirmed by the significant difference in the concentration of neurospecific proteins, as well as their connection to the trace elements, which indicates the possibility of differential diagnosis of IS and TIA using trace elements analysis.

### **ВЛИЯНИЕ ЛАКТОФЕРРИНА И ИНСУЛИНА НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ И ЛИПИДЫ СЫВОРОТКИ КРОВИ В БЕТА-АМИЛОИДНОЙ МОДЕЛИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА**

**Клюева Н.Н., Абдурасулова И.Н., Захарова Е.Т., Мухин В.Н., Никульчева Н.Г.**

ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», С-Петербург, ул. акад. Павлова 12, Россия.

[nnklyueva@gmail.com](mailto:nnklyueva@gmail.com)

**Введение.** Болезнь Альцгеймера (БА) относится к социально значимым заболеваниям, поражающим людей старшей возрастной группы. Наряду с отложениями  $\beta$ -амилоидного пептида, гиперфосфорилированного тау-белка заболевание сопровождается развитием окислительного стресса, а также метаболическими отклонениями, в том числе, нарушением обмена холестерина. Введение фрагмента 25-35 бета-амилоида в желудочковую систему мозга является моделью болезни Альцгеймера (БА) и используется в фармакологических исследованиях для выявления потенциальной эффективности химических веществ для лечения болезни Альцгеймера. Лактоферрин (ЛФ) и инсулин (ИНС) обладают антиоксидантными свойствами, действуя через разные транскрипционные факторы (GIF и Nrf2), и могут оказаться потенциальными средствами для терапии БА.

**Цель** исследования – анализ липидного спектра сыворотки крови у крыс при введении бета-амилоида в желудочковую систему мозга на фоне лечения лактоферрином и инсулином при отдельном и совместном применении.

**Методы.** Исследование выполнено на самцах крыс Вистар, которые были разделены на 7 групп. Учитывая комплексность воздействия на животных – наркоз, хирургическое вмешательство, введение и токсическое действие бета-амилоида в экспериментальном исследовании были предусмотрены три группы контроля – интактные животные (без воздействия), ложнопериорированные животные (получившие наркоз и хирургическое вмешательство) и животные, получившие физиологический раствор в желудочки мозга. Четвертую группу составили крысы, которым интрацеребровентрикулярно (icv) вводили бета-амилоид (фрагмент 25-35). Экспериментальным группам животных после введения бета-амилоида, интраназально вводили ЛФ – 10 мг/кг через день, или ИНС в дозе 10 ЕУ/мл через день, или чередовали введение ЛФ и ИНС через день в тех же дозах. Введение препаратов начинали через 2 часа после введения бета-амилоида. Наличие бета-амилоидной амнезии оценивали в тестах «распознавание новых объектов», «реакция угашения в тесте открытое поле», «оперантное пищедобывательное поведение» в установке TSE PhenoMaster. Забор крови для исследования липидных показателей проводили на 25 день после введения бета-амилоида. В сыворотке крови определяли холестерин (ХС), триглицериды (ТГ) и холестерин липопротеидов высокой плотности (ХС-ЛПВП). Рассчитывали коэффициент атерогенности и процент содержания ХС-ЛПВП от общего ХС, а также ХС-ЛПНП по формуле Фридвальда. Содержание липидов определяли ферментативным методом, используя наборы фирмы Randox (Англия).

**Результаты.** Введение бета-амилоида приводило к нарушениям у крыс когнитивных функций, выявляемых во всех тестах. При отдельном использовании ЛФ и ИНС отмечалось улучшение анализируемых показателей, однако при совместном применении двух белков эффекта не наблюдалось. При анализе липидного спектра сыворотки крови животных в модели бета-амилоидной амнезии без лечения не выявлено достоверных атерогенных сдвигов липидного обмена, хотя наблюдалась тенденция к увеличению процентного содержания альфа-холестерина в крови ( $p=0,09$ ). На фоне введения ЛФ в крови крыс отмечалось увеличение содержания ХС-ЛПВП и процента ХС-ЛПВП к общему ХС, соответственно, уменьшение коэффициента атерогенности. Напротив, использование инсулина приводило к резкому увеличению коэффициента атерогенности. У крыс, получивших комплексное лечение ЛФ и ИНС антиатерогенные сдвиги в сыворотке крови не наблюдались.

**Вывод.** Курсовое введение лактоферрина крысам в бета-амилоидной модели болезни Альцгеймера улучшало нарушенные когнитивные функции и вызывало выраженные положительные изменения липидного спектра в сыворотке крови.

### **EFFECTS OF LACTOFERRIN AND INSULIN ON COGNITIVE FUNCTIONS AND SERUM LIPIDS IN BETA-AMYLOID MODEL OF ALZHEIMER DISEASE**

**Klueva N.N., Abdurasulova I.N., Zakharova E.T., Mukhin V.N., Nikulcheva N.G.**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine"

197376 Russia, St.Petersburg, akad.Pavlov str., 12, [nnklyueva@gmail.com](mailto:nnklyueva@gmail.com)

**Introduction.** Alzheimer's disease is a socially significant disorder which affects people of older age group. The disease is manifested not only by deposition of beta-amyloid and hyperphosphorylated tau protein but also by oxidative stress and metabolic disturbances including disturbance of cholesterol metabolism. Intracerebroventricular administration of beta-amyloid fragment 25-35 is an animal model of Alzheimer's disease. It is used in pharmacological studies to find chemicals which may be used for treatment Alzheimer's disease. Lactoferrin (LF) and insulin (INS) have antioxidant properties, act through transcription factors GIF and Nrf2 and could become potential means for treatment of Alzheimer's disease.

The purpose of our study was to investigate spectrum of serum lipids in rats which were administrated with beta-amyloid intracerebroventricularly and treated with lactoferrin and insuline separately and simultaneously.

**Methods.** Male Wistar rats were divided into 7 groups. Because of complexity of experimental influences on animals including anesthesia, surgery, intervention in the brain, and the toxic influence of beta-amyloid there were three control groups. They were the group of intact animals (without any influence), the sham operated group (only anesthesia and surgery without brain intervention) and the group of central administration of saline solution. Rats administered with water solution of fragment 25-35 of amyloid-beta peptide were the third group. The experimental groups of rats were treated intranasally with LF (every other day at the dose of 10 mg/kg) or INS (every other day at the dose of 10 EU/ml) or both substances on alternate days. Administration the substances was started 2 hours after administration of beta-amyloid. The presence of amnesia was evaluated by the novel object recognition test, adaptation reaction in the open field test, learning of operant food-getting behavior in the TSE PhenoMaster system. Obtaining blood samples for lipid spectrum investigation was performed at the day 25 since beta-amyloid was administered. Level of cholesterol (CH), triglycerides (TG), and high-density lipoprotein cholesterol (HDL-CH) was determined. Atherogenic index, the percentage of high-density lipoprotein cholesterol from total cholesterol, and low-density lipoprotein cholesterol by the Friedewald equation were calculated. Enzymatic technique was used for lipid detection with testing kits by Randox (England).

**Results.** Administration of beta-amyloid led to disorders in cognitive functions in rats, detectable in the all tests. When used separately, LF and INS showed improvement in the analyzed parameters. But when used simultaneously, they do not. There were not significant atherogenic changes in lipid spectrum in response to beta-amyloid administration. But there was tendency to increase in the percentage of blood alpha-cholesterol ( $p=0.09$ ). At the response to lactoferrin treatment HFL-CH and the percentage of HFL-CH were increased and atherogenic index was decreased. In contrast, the use of insulin resulted in a sharp increase in atherogenic index. In the rats treated with both LF and INS antiatherogenic serum changes were not observed.

**Conclusion.** In the beta-amyloid rat model of Alzheimer's disease, course treatment with lactoferrin restores cognitive functions and caused considerable positive changes in the lipid profile of blood serum.

#### **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ТКАНЕЙ МОЗГА ДЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРТ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ПРОТОННОЙ ФРАКЦИИ**

Книпенберг Н.В.<sup>1</sup>, Терещенкова О.Л.<sup>1</sup>, Тузык О.Ю.<sup>1</sup>, Солнышко А.Л.<sup>1</sup>, Ярных В.Л.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>ОГАУЗ Детская больница No.1, Томск, Россия; <sup>2</sup>Университет Вашингтона, Сиэтл, США; <sup>3</sup>Томский Государственный Университет, Томск, Россия; [yarnykh@u.washington.edu](mailto:yarnykh@u.washington.edu)

Картирование макромолекулярной протонной фракции (МПФ) является новым методом магнитнорезонансной томографии (МРТ), позволяющим визуализировать и количественно оценивать содержание миелина в нервной ткани. В недавних исследованиях было показано, что МПФ характеризуется тесной корреляционной связью с содержанием миелина как в белом, так и в сером веществе головного мозга и может использоваться качестве чувствительного и специфичного биомаркера миелинизации. Одним из перспективных направлений применения картирования МПФ в фундаментальных и клинических нейронауках является изучение динамики миелинизации мозга в процессе его постнатального созревания. При этом изменения МПФ в детском мозге также могут быть обусловлены непосредственным повреждением нервной ткани в отсутствие миелина. В настоящем исследовании представлены первые наблюдения о влиянии органических поражений вещества мозга у детей на количественные оценки МПФ в очагах патологических изменений. Быстрое трехмерное картирование МПФ всего мозга было проведено совместно со стандартным диагностическим протоколом МРТ у 16 пациентов в возрасте от 0 до 5 лет, проходившим обследование по клиническим показаниям на магнитнорезонансном томографе с индукцией поля 1.5 Тесла (Toshiba Vantage Titan). Очаговые и/или диффузные поражения вещества мозга были выявлены у 12 пациентов. У всех пациентов патологические изменения характеризовались как визуальными так и количественными отклонениями от нормы на картах МПФ. В частности, ишемическое-гипоксическое поражение белого вещества у новорожденных проявлялось ярко выраженным снижением МПФ до 1.5-2%, в то время как в нормальном немиелинизированном белом веществе МПФ составляла около 3.5-4%. В миелинизированном белом веществе после первого года жизни (МПФ=11-12%) хронические ишемические очаги демонстрировали умеренное снижение МПФ (до 5-8%). Значительное повышение МПФ по сравнению с нормальным немиелинизированным веществом мозга (12-13%) было выявлено в одном случае в очаге подострого внутрижелудочкового кровоизлияния, что вероятно связано с коагуляцией сгустка крови. Предварительные результаты данного исследования свидетельствуют о высокой чувствительности МПФ к патологическим изменениям нервной ткани на различных стадиях созревания мозга и открывают возможность разработки новых диагностических подходов в педиатрической нейрорадиологии на основе картирования МПФ.

*Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект №14-45-00040).*

#### **IMAGING AND QUANTITATIVE ASSESSMENT OF PATHOLOGICAL BRAIN TISSUE CHANGES IN CHILDREN USING MACROMOLECULAR PROTON FRACTION MAPS**

Knipenberg N.V., Tereschenkova O.L., Tuzyak O.Yu., Solnyshko A.L., Yarnykh V.L.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>First Children's Hospital, Tomsk, Russia; <sup>2</sup>University of Washington, Seattle, USA; <sup>3</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russia; [yarnykh@u.washington.edu](mailto:yarnykh@u.washington.edu)

Macromolecular proton fraction (MPF) mapping is a new magnetic resonance imaging (MRI) method enabling visual and quantitative assessment of the myelin content in neural tissues. Recent studies have demonstrated that MPF is strongly correlated with the myelin content in both white and gray matter, and it can be used as a sensitive and specific biomarker of brain myelination. One promising area of MPF applications in both fundamental and clinical neuroscience is the studies of myelination dynamics during post-natal brain maturation. At



the same time, MPF changes in the pediatric brain may also be caused by direct neural tissue damage in the absence of myelin. This study presents the first observations of the effect of brain tissue damage in children on quantitative MPF estimates in lesions. Fast three-dimensional whole-brain MPF mapping was performed along with a routine diagnostic MRI protocol on a 1.5 Tesla MRI scanner (Toshiba Vantage Titan) in 16 pediatric patients (age range 0-5 years) who underwent MRI examinations according to clinical indications. Focal and/or diffuse brain tissue abnormalities were identified in 12 patients. In all patients, pathological changes were visible on MPF maps and showed quantitative deviations from normal MPF values. Particularly, hypoxic-ischemic white matter damage in neonates demonstrated a profound MPF decrease to 1.5-2%, whereas MPF in normal unmyelinated white matter was about 3.5-4%. In myelinated white matter after the first year of life (MPF=11-12%), chronic ischemic lesions demonstrated a moderate MPF decrease (to 5-8%). A considerable increase of MPF (up to 12-13%) as compared to normal unmyelinated white matter was identified in one case of subacute intraventricular hemorrhage, presumably due to blood clot formation. Preliminary results of this study suggest that MPF is highly sensitive to various pathological changes in neural tissues at different stages of brain maturation and reveal the possibility of the development of new diagnostic approaches in pediatric neuroradiology based on MPF mapping.

*Acknowledgments: Russian Scientific Foundation (project №14-45-00040).*

### **МУЗЫКА, ЯЗЫК, МЫШЛЕНИЕ, МОЗГ В КОНТЕКСТЕ ТРАНСМЕРНЫХ ОТНОШЕНИЙ** **Кобляков А. А.**

Московская государственная консерватория им. П.И.Чайковского, Москва, Россия; akoblyakov@list.ru

Трансмерностью мы называем весь комплекс отношений между пространствами разных размерностей внутри многомерного целого. Остановимся на особом случае трансмерных отношений – «полиразмерности» («polydimension», сокращенно PD), то есть принадлежности объекта пространствам разной размерности. Полиразмерность лежит в самой основе музыки – «простейшей» ладовой ячейке (диаде) «устой – неустой». Ранее считалось, что элементы этой пары равноправны и симметричны, но это не так. Устой независим от неустой, он определен однозначно, имеет одну степень свободы. А вот неустой зависим от устоя, имея **две** степени свободы: 1) разрешится в устой 2) уклонится от этого. Т. е., с точки зрения норм музыкальной *грамматики* неустой однозначен, как и устой. А вот с точки зрения реального *контекста* неустой неоднозначен (двумерен). Таким образом, диада «устой-неустой» полиразмерна: одна ее часть – одномерна, другая – двумерна (PD = 1D:2D). В знаковой форме линейная запись этого оборота уже недостаточна: она скрывает разноразмерность PD=1D:2D правой и левой частей диады.

Рассмотрим ту же диаду «устой-неустой» в *языковом* пространстве. Здесь она также полиразмерна. С одной стороны, члены диады равнозначны и симметричны, отличаясь лишь знаком «плюс-минус» («цветом»). С другой стороны, частица «не» («не-устой») создает новое качество (параметр): не только отрицание утверждения («устой»), но и неразрывную связь с ним (ведь отрицание не «*вообще*», а конкретного утверждения!). Получается, что отрицание – сложный член диады, в отличие от простого – утверждения. Отсюда все диады, связанные с отрицанием, полиразмерны и («правда – не-правда»; «быть – не-быть» etc.). Вторые (контекстнозависимые) члены этих диад образуют *пару*, «сцепление» с первыми (аконтекстными, то есть свободными), что существенно для исследования мышления. Как известно, наше мышление основано на бинарных оппозициях, считавшихся до сих пор симметричными. Выясняется, что оппозиции бывают простыми и сложными (с контекстно-зависимым членом), и сложные оппозиции – диссимметричны! Сюда относятся не только диады с отрицаниями, но и с рефлексивным членом (объект – субъект, действие – наблюдение), вторичным действием (стимул – реакция, вибратор – резонатор), синтезом в одной из частей (лошадь – всадник) и т.д. Тем самым полиразмерность выявляет **особую креативную роль отрицания** как феномена «размыкающего», выводящего систему «за», в высшую размерность. Отрицание создает необходимые предпосылки творчества, ведь именно отрицание лежит в основе противоречия, «запускающего» творческий процесс. Кстати, такой вывод находится в соответствии с данными нейрофизиологии. Принято считать, что в правом полушарии мозга – локализация креативных способностей, там – «творец», тогда как в левом – «исполнитель». Так вот, в условиях парадоксального сознания (когда работает только одно правое полушарие), человек действительно становится «мистером НЕТ»: он отрицает (ставит под сомнение) любые, даже очевидные утверждения! С отрицанием тесно связана ложь. Ложь и творчество нередко идут вместе (особенно у детей – вспомним детские фантазии-небылицы). Существует известный тезис в детской психологии: ребенок становится личностью с момента, когда он способен лгать. Этот тезис можно обосновать. Что значит «личность»? Эта все та же способность к творчеству! Способен лгать – способен и фантазировать, творить! При этом **полиразмерность диады «правда-ложь»** подтверждается экспериментально (сканирование мозга через МРТ). Когда человек говорит правду – у него возбуждается одна область мозга, отвечающая за истинное положение дел; когда врет – две, соответствующие и правде, и лжи! Однако держать в возбуждении сразу две области мозга непросто – вот почему совсем маленькие дети не лгут («еще не личности!»). Огромную роль в том, что трансмерные отношения были скрыты от глаз исследователей, сыграла письменная культура (текст). Плоскость (листа) и запись на ней в строчку не позволяет фиксировать *разноразмерные структуры!* **Письменная культура в традиционном ее виде не способна фиксировать трансмерные отношения.** Ее основа – текст – по определению линейен и однонаправлен. Несмотря на постоянные попытки вырваться из «плена линейности» текст до последнего времени *вуалировал* разноразмерность составляющих его элементов традицией последовательной записи элементов в цепочку однородных символов. Но ведь на самом деле письмо – лишь отражение нашего мышления, значит, *речь идет о неполноте нашего мышления в целом!* **И трансмерность – ресурс, способный устранить эту неполноту.**

## ВЛИЯНИЕ МОНОВАЛЕНТНЫХ КАТИОНОВ НА МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И СОКРАТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГЛАДКИХ МЫШЦ

Ковалев И.В., Бирулина Ю.Г., Смаглий Л.В., Гусакова С.В., Петрова И.В., Носарев А.В., Орлов С.Н.  
Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия [kovalew@mail.ru](mailto:kovalew@mail.ru)

**Актуальность.** Зависимость сокращения гладкомышечных органов от уровня внутриклеточного кальция ( $Ca^{2+}$ ) известна достаточно давно. Влияние на этот процесс катионов калия ( $K^+$ ) и натрия ( $Na^+$ ) рассматривалось в большей мере с позиции их модулирующих функций. Если существование разных компонент калиевой проводимости мембраны гладкомышечных клеток (ГМК) также не вызывает сомнений, то роль  $Na^+$  изучена меньше. Дополнительную сложность представляет совокупность влияния всех катионов на процесс сопряжения-возбуждения в ГМК, что требует дополнительных исследований.

**Методика эксперимента.** Методом двойного сахарозного моста и механографии изучалось влияние доноров газовых трансмиттеров (NO – нитропруссид натрия,  $H_2S$  – NaHS и CO – CORM II) на электрическую и сократительную активность гладкомышечных клеток. Активность ионтранспортных систем изменяли с помощью активаторов рецепторуправляемого входа ионов кальция, блокаторов калиевой проводимости мембраны, ингибиторов натрий-зависимых ионообменных систем и модифицированных по ионному составу растворов. Газомедиаторы использовались для запуска сигнальных систем (ионы кальция и циклические нуклеотиды) и их предполагаемых ионтранспортных мишеней в ГМК.

**Результаты.** Показано, что активаторы рецепторуправляемого входа кальция в клетку (фенилэфрин и гистамин), усиливали релаксирующее влияние газотрансмиттеров на гладкие мышцы. Угнетение процессов, сопряженных с калиевой и, особенно, с натриевой проводимостью мембраны, наоборот, ослабляло миогенные эффекты исследуемых газов. Влияние уровня циклических нуклеотидов на степень и направленность влияния газотрансмиттеров на сокращение гладких мышц, позволяет считать цАМФ- и цГМФ-зависимую калиевую проводимость мембран их непосредственной мишенью. При применении безнатриевого раствора, ингибиторов  $Na^+/H^+$ -обмена и  $Na^+, K^+, 2Cl^-$  котранспорта сократительные эффекты изменяли свою направленность (для NO, CO), либо практически отсутствовали (для  $H_2S$ ). Это позволяет считать, что, кроме ионов калия, дополнительными эффекторными мишенями воздействия газомедиаторов на сократительную активность гладкомышечных клеток могут быть и натрий-зависимые ионообменные системы их мембран.

*Работа поддержана грантом ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. (ГК № 14.740.11.0932, соглашение № 8487).*

## INFLUENCE OF MONOVALENT CATIONS ON MECHANISMS OF REGULATION OF ELECTRICAL AND CONTRACTILE PROPERTIES OF SMOOTH MUSCLES

Kovalev I.V., Birulina Y.G., Smaglyi L.V., Gusakova S.V., Petrova I.V., Nosarev A.V., Orlov S.N.  
Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

**Introduction.** Dependence the smooth muscles organs from the intracellular calcium ( $Ca^{2+}$ ) level is known for a long time. The effect on this process of potassium ( $K^+$ ) and sodium ( $Na^+$ ) was seen more in terms of their modulating functions. If the existence of a potassium conductance membranes of smooth muscle cells (SMCs) is not in doubt, the role of  $Na^+$  is studied less. Additional complexity is the aggregate effect of all cations in the process of excitation-contraction coupling in the SMCs, and requires further research.

**Design and methods.** The effects of gasotransmitters donors (NO – sodium nitroprusside,  $H_2S$  – NaHS and CO – CORM II) on electrical and contractile activities of smooth muscle cells was studied by a double sucrose bridge and mechanography. Activity of ion-transport systems was registered by use activators receptor-activated entry of calcium ions, potassium membrane conductance blockers, inhibitors of sodium-dependent ion-exchange systems and modified ionic composition of the solution. Gasomediators were used to start signaling systems (calcium ions and cyclic nucleotides) and their ion-transport targets in SMCs.

**Results.** It is shown that the phenylephrine and histamine increased the relaxing effect of gasotransmitters on smooth muscles. Inhibition of the processes associated with potassium or sodium conduction of SMCs membrane reduced myogenic effects of gases. Influence of cyclic nucleotides levels on the degree and direction of gasotransmitters effects on smooth muscle contraction, suggests that cAMP and cGMP-dependent potassium conductance may be their target. Application of the sodium-free solution, inhibitors of  $Na^+/H^+$ -exchange,  $Na^+, K^+, 2Cl^-$  – cotransport changed contractile effects (for NO, CO), or led to their deficiency (for  $H_2S$ ).

Thus, besides for potassium ions, sodium-dependent ion-exchange systems may be a targets for gasomediators in regulation of the contractile activity of smooth muscle cells.

*This work was supported by a grant from the Federal Program "Scientific and scientific-pedagogical personnel of innovative Russia" for 2009-2013 (№ 14.740.11.0932, 8487).*

## К ВОПРОСУ ОБ ИНФОРМАТИВНОСТИ МЕТОДА СИНХРОННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ОЦЕНКЕ УРОВНЯ СТРЕССОВОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ

Ковалева А.А.<sup>1</sup>, Доценко В.И.<sup>2</sup>, Скедина М.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва, Россия; <sup>2</sup>ООО Научно-медицинская фирма «Статокин», Москва, Россия; [inj.ann@rambler.ru](mailto:inj.ann@rambler.ru)

Поиск надежных прогностических критериев и методов оценки состояния нервной системы и закономерностей высшей нервной деятельности актуален для прогнозирования надежности поведения человека в экстремальных ситуациях. Климатические и техногенные условия окружающей среды оказывают существенное влияние на качество выполняемой работы.

При исследованиях функционального состояния (ФС) у лиц экстремальных профессий, проводимых на протяжении развития авиационной и космической медицины, в качестве возможных индикаторов рассматривались самые разнообразные электрофизиологические показатели, отражающие работу сердечно-сосудистой и ЦНС, вегетативные и биохимические сдвиги. ЦНС обуславливает как восприятие окружающей среды, так и взаимодействие с ней, поэтому в настоящее время при исследовании особенностей деятельности лиц экстремальных профессий для оценки ФС ЦНС используются нейрофункциональные корреляты мозговой активности и, в частности, показатели электроэнцефалограммы (ЭЭГ).

Наряду с этим отмечается, что изменение функциональной активности головного мозга сопровождается сдвигом церебрального энергетического обмена. Изменение церебрального метаболизма обуславливает усиление или ослабление медленных электрохимических процессов, отражением которых является такой показатель как уровень постоянного потенциала (УПП). Основным источником потенциала является гемато-энцефалический барьер и сосудистые потенциалы мозгового происхождения, в свою очередь, тесно связанные с кислотностью крови. Предложенный нами метод синхронной регистрации УПП и ЭЭГ использовался нами в экспериментах по аутотренингу, проводимых в Научно-практическом центре психофизиологии труда на базе ЦКБ №1 ОАО «РЖД» (14 человек), в «Центре авиакосмической медицины» совместно с Главным Клиническим госпиталем МВД России (28 пациентов) при проведении исследований по использованию электро- и аудиовизуальной стимуляции для восстановления психологического состояния пациентов после острого и хронического стрессов. При исследованиях со 105- и 520-суточной изоляцией в рамках проекта «Марс-500», при исследованиях в рамках эксперимента «Климат» (ГНЦ РФ-ИМБП РАН).

На основании проведенной экспериментальной работы выделены наиболее характерные изменения коррелятов мозговой активности: локализация альфа-активности, топография уровня постоянного потенциала, спектральные амплитудно-частотных характеристики альфа-ритма, количество межцентральных связей по кросс-корреляции и когерентности.

Совместный анализ топографии альфа-активности и УПП позволяет более тонко оценить не только индивидуальные особенности церебральной нейродинамики и текущее ФС ЦНС, но и дать некоторый вероятностный прогноз по его изменению, в экстремальных условиях.

#### **TO QUESTION ABOUT INFORMING OF METHOD SYNCHRONOUS REGISTRATION OF ELECTRIC AND POWER ACTIVITY OF CEREBRUM AT ESTIMATION LEVEL OF STRESS TENSION**

**Kovaleva A.A.<sup>1</sup>, Dotsenko V. I.<sup>2</sup>, Skedina M. A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>State Research Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; <sup>2</sup>LTD Scientific-Medical Firm «Statokyn», Moscow, Russia; inj.ann@rambler.ru

The search of reliable prognostic criteria and methods of estimation of the state of the nervous system and conformities to law of higher nervous activity is actual for prognostication of reliability of behavior of man in extreme situations. The climatic and technogenic terms of environment render substantial influence on quality of executable work. In studies of the functional state (FS) at the persons of the extreme professions during the development of aviation and space medicine, we considered a variety of electrophysiological indicators reflecting the cardiovascular and central nervous system, autonomic and biochemical changes as possible indicators. CNS causes the perception of the environment and interact with it, so now in the study of features of the activities of those extreme professions to assess CNS FS used neurofunctional correlates of brain activity the performance of the electroencephalogram (EEG).

In addition, it is noted that the change in the functional activity of the brain accompanied by a shift of cerebral energy metabolism. Change of cerebral metabolism causes an increase or decrease of slow electrochemical processes, which is a reflection of such a figure as the level of constant brain potentials (LCP). The main source is a potential blood-brain barrier and vascular potentials of cerebral origin, in turn, is closely associated with the acidity of the blood. The method for simultaneous registration of EEG and LCP was used by us in experiments on auto-training, held at the Scientific and Practical Center of the psychophysiology of based on the CCH №1 of "Russian Railways" (14 persons), in the "Centre of Aerospace Medicine" in conjunction with the Main Clinical Hospital of the Russian Interior Ministry (28 patients) in research on the use of electrical and audiovisual stimulation to restore the psychological state of patients after acute and chronic stress. In studies with the 105- and 520-day isolation in the "Mars-500" project, with studies in the experiment "Climate" (SSC RF-IBMP RAS). Based on our experimental work highlights the most characteristic changes in correlates of brain activity: localization of alpha activity, topography LCP, spectral amplitude-frequency characteristics of the alpha rhythm, the number intracentral ties in the cross-correlation and coherence. Joint analysis of the topography of alpha activity and LCP allows for more fine-evaluate not only individual characteristics of cerebral neurodynamics and current FS CNS, but also give some probabilistic forecast of its change in extreme conditions.

#### **ВЛИЯНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ НА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ В СИТУАЦИИ СИМУЛЯЦИИ СТАРТОВОГО СТРЕССА**

**Ковалева А.В.<sup>1,2</sup>, Квитчастый А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Московский Государственный Психолого-педагогический университет, Москва, Россия  
<sup>2</sup> – Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд (ЦСТиСК) МОСКОМСПОРТА, Москва, Россия

Такие феномены как предстартовое волнение, стресс и возбуждение представляется оправданным рассматривать в контексте так называемых функциональных состояний. По сути, стресс – это одно из множества функциональных состояний организма человека. Единого общепринятого определения понятия «функциональное состояние» не существует. Оно зависит от используемого подхода. различные

теоретические подходы к оценке функционального состояния человека, к определению оптимального функционального состояния предполагают, что зависимость между состоянием человека, уровнем возбудимости нервной системы и результатами его деятельности неоднозначна и нелинейна, связана с мотивацией и эмоциональным состоянием. В нашем исследовании мы предположили, что тип темперамента и уровень личностной тревожности спортсмена связаны с результативностью в ситуации симуляции стартового стресса.

**Целью** исследования стало выявление взаимосвязей между индивидуальными психологическими характеристиками спортсмена и результатами выполнения задания на взрывную силу в ситуации симуляции стартового стресса.

Выборку составили спортсмены по прыжкам на батуте (10 юношей и 11 девушек). Для определения субъективной оценки спортсмена своего психоэмоционального состояния использовались следующие психодиагностические бланковые методики: личностный опросник для диагностики нейротизма (Г. Айзенк); шкала ситуативной и личностной тревоги (Ч.Д. Спилбергер); личностная шкала проявлений тревоги (Дж. Тейлор). Для оценки умения проявлять взрывную силу испытуемые проходили тест с использованием ручного динамометра. Симуляция стартового стресса производилась путем инструкции перед выполнением динамометрической пробы. Всего выполнялось три попытки, а также фоновые измерения до и после выполнения динамометрической пробы.

Полученные результаты позволяют заключить, что тип темперамента и уровень личностной тревожности спортсмена связаны с результативностью в ситуации симуляции стартового стресса. Для большинства холериков и флегматиков лучше всего сработало искусственное вхождение в состояние предстартового стресса. В случае с сангвиниками и меланхоликами были получены неоднозначные результаты. Для высоко тревожных спортсменов симуляция предстартового стресса была эффективной стратегией лишь в 50% случаев, в то время как для средне тревожных данная стратегия оправдывает себя в большинстве случаев.

#### **ATHLETES' PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND THEIR SPORTS PERFORMANCE IN COMPETITIVE STRESS SIMULATION**

**Kovaleva A.V.<sup>1,2</sup>, Kvitchasty A.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia

<sup>2</sup> – Sports Center of Innovative Technologies and Teams Exercise Training, Moscow Sports Committee, Moscow, Russia

Stress and precompetitive stress as well is one of so-called functional states of the body. There are different definitions of the "functional state", but all postulate that there is nonlinear, usually inverted U-mode dependence between arousal and performance. We hypothesized that temperament and anxiety level will be connected with sport performance during competitive stress simulation.

The aim of this study was to reveal an interaction between individual psychological characteristics and performance in взрывная сила task during stress simulation.

The sample consisted of 21 athletes (jumping on the trampoline). We used Eysenck H.J. Personality Inventory, trait and state anxiety scale (Spielberger-Hanin), state anxiety test (Taylor). For explosive power evaluation, hand dynamometer was used. Stress simulation was realized by special verbal instructions and imaginations techniques. Athletes performed three attempts with dynamometer after three different instructions.

For most of athletes special instructions (for example: "you will be selected for the World championship according to our results", "your hand made of iron, it helps you") enhanced their results significantly. However, when we divided them into groups according to temperament and anxiety level, we noted some difference. Our results showed that temperament type and anxiety level connected with performance in competitive stress simulation situation. Most of choleric and phlegmatic athletes did their best in such situation. High anxious athletes in stress simulation demonstrated highest results only in 50%. For low anxious athletes this strategy was very effective in most cases.

#### **ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА И ЭЭГ ПРИ ДЫХАНИИ НА РЕЗОНАНСНОЙ ЧАСТОТЕ (6 РАЗ В МИНУТУ)**

**Ковалева А.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> – Московский Государственный Психолого-педагогический университет, Москва, Россия

<sup>2</sup> – Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд (ЦСТИСК) МОСКОМСПОРТА, Москва, Россия

Известно, что ритм дыхания сильно влияет на ритм сердца. Было показано, что если человек дышит с частотой около 6 раз в минуту, то в ритме сердца возникают резонансные колебания в длительности RR-интервалов (Lehrer, Vaschillo&Vaschillo, 2001). При этом в спектре ритма сердца можно увидеть основной пик на частоте 0.1 Гц и отсутствие других волновых составляющих. Такая частота дыхания называется резонансной частотой. Тренировка дыхания на резонансной частоте при помощи технологии биологической обратной связи позволяет тренировать регуляторные механизмы сердечно-сосудистой системы (барорефлекторные механизмы), что позитивно сказывается не только на адаптационных возможностях организма, но и оказывает положительное влияние при тревожности, депрессии, панических атаках и др. (Hofman et al, 2005; Gevirtz, 2013; Lehrer&Gevirtz, 2014). Однако мало внимания уделяется взаимному влиянию вегетативных и мозговых процессов во время и после тренировок.

Целью настоящего исследования было выявление влияния дыхания на резонансной частоте как на параметры вариабельности ритма сердца, так и на параметры биоэлектрической активности головного мозга. На основании имеющихся единичных литературных данных (Fumoto et al, 2004; Sherlin et al, 2010) предполагалось, что в процессе такого дыхания будет повышаться индекс альфа-ритма в ЭЭГ и

увеличиваться его пиковая частота. Выборку составили 27 спортсменов разных видов спорта (15 юношей и 12 девушек). Физиологические параметры и ЭЭГ (отведение Cz) регистрировали при помощи полиграфа фирмы ThoughtTechnology и программного обеспечения BioGraph Infinity. Регистрацию проводили в ситуации фона<sup>1</sup>, затем в процессе дыхания на частоте 6 раз в минуту и затем в ситуации фона<sup>2</sup> (после окончания процедуры). Результаты продемонстрировали различия в изменениях в группе юношей и девушек. В группе девушек достоверных изменений после кратковременного тренинга дыхания выявлено не было. В группе юношей при помощи непараметрических критериев было выявлено, что в результате медленного абдоминального ритмизированного дыхания снизилась амплитуда пульсового сигнала, выросла индивидуальная частота альфа-пика ЭЭГ и снизилась мощность гамма-ритма ЭЭГ.

Результаты показали, что, несмотря на отсутствие достоверных изменений вегетативных показателей в результате кратковременного воздействия, были отмечены достоверные изменения параметров ЭЭГ (повышение частоты альфа-ритма и снижение мощности гамма-активности).

### **HEART RATE VARIABILITY AND EEG PARAMETERS DURING BREATHING AT RESONANCE FREQUENCY (6 PER MINUTE)<sup>1,2</sup>**

Kovaleva A.V.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> – Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia

<sup>2</sup> – Sports Center of Innovative Technologies and Teams Exercise Training, Moscow Sports Committee, Moscow, Russia

It is known that when a person breathes at slow 6 per minute rate, it causes changes in heart rate variability (HRV) spectrum. Biofeedback produces large oscillations in heart rate, blood pressure, vascular tone, and pulse amplitude via paced breathing at the specific natural resonant frequency of the cardiovascular system for each individual (Vaschillo&Vaschillo, Lehrer, 2006). As a result of an acute session of respiratory biofeedback in a population of subjects experiencing stress training may decrease arousal by promoting an increase of alpha band frequencies and decrease in beta frequencies overall and in areas critical to the regulation of stress (Sherlin et al, 2010).

The aim of this study was to investigate how breathing at resonance frequency influences on HRV and EEG parameters. According to the previous data (Fumoto et al, 2004; Sherlin et al, 2010) we hypothesized that we'll observe alpha peak frequency and power increase.

The sample consists of 27 athletes (15 males and 12 females, different kinds of sports). EEG and heart rate parameters were recorded with ThoughtTechnology equipment and BioGraph Infinity software. Data were collected in three experimental situations: background<sup>1</sup>, paced breathing at 6 per minute rate, background<sup>2</sup>. We did not obtain significant changes between EEG and HRV parameters from background<sup>1</sup> to background<sup>2</sup> in females group. In males group alpha peak frequency increased and gamma power decreased significantly ( $p < 0.05$ , Mann-Whitney test). Also in males group blood volume pulse signal amplitude and peak frequency decreased ( $p < 0.05$ , Mann-Whitney test). Alpha power increased, but not significantly.

Our results suggest that short term resonance frequency breathing did not changes HRV after, but leads to positive changes in EEG. Lack of significant changes in female group could be explained by hormonal level fluctuations and its influence on the brain activity.

### **МАТЕРИНСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ СЕРЫХ КРЫС ПРИ ИХ ОТБОРЕ НА АГРЕССИВНОСТЬ**

Кожемякина Р.В.<sup>1</sup>, Коношенко М.Ю.<sup>1</sup>, Плюснина И.Ф.<sup>1</sup>, Маркель А.Л.<sup>1</sup>

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия; [korimma@gmil.com](mailto:korimma@gmil.com)

Известно, что факторы ранней среды и, в частности, материнское поведение могут оказывать длительные и стойкие эффекты на формирование нервной системы и поведение животных и человека. Создание в Институте цитологии и генетики СО РАН нескольких генетических моделей на основе длительной селекции по особенностям поведения послужило основой для более детального изучения характера наследования поведенческих признаков и влияние на них средовых факторов в раннем постнатальном онтогенезе. К таким моделям относятся линии крыс, селекционируемые на усиление агрессии и её отсутствие по отношению к человеку. Цель работы – изучение эффектов отбора на ослабление и усиление агрессивности по отношению к человеку на материнское поведение крыс. Автоматическую видеорегистрацию поведения кормящих самок проводили с 1-го по 21 дни, ежедневно, 6 раз в сутки, каждый раз на протяжении часа с интервалом 3 мин. Суммарное число наблюдений составляло 120 в сутки для каждой самки, всего было исследовано 6 неселекционированных, 5 агрессивных и 5 ручных самок. Регистрировали показатели поведения кормящих самок: частоту кормления и его типы (аркообразный, платообразный, пассивный), вылизывание крысят, и показатели индивидуального поведения, не связанного со вскармливанием – самки едят или пьют, «отдыхают» вне гнезда (отсутствие активности), умываются и чистят свою шерсть (аутогруминг), занимаются гнездом (воршат подстилку, строят гнездо). Нахождение самки вне гнезда оценивается как индекс отсутствия заботы, а аркообразный тип кормления и взаимодействие матери с потомством (вылизывание) рассматриваются как индекс активной материнской заботы (Caldji et al., Neurobiology, 1998). Наши результаты показали, что основной тип кормления у самок всех трех групп – «аркообразный», являющийся самой эффективной позой для продукции молока, что обеспечивает наиболее высокую жизнеспособность крысят. У ручных и агрессивных самок отмечается уменьшение частоты кормления в позе «арка» и к концу вскармливания – увеличение частоты пассивного типа кормления, тогда как у неселекционированных самок частота «арок» не изменяется и сохраняется на высоком уровне в течение всего периода. Частота кормления в позе «плато» было наименьшей у самок всех трех групп. Агрессивные самки проявляют наибольшую заботу о крысятах по частоте вылизывания по сравнению с ручными и неселекционированными самками. Ручные самки практически не отличаются от неселекционированных по частоте контактов мать-детеныш.

*Работа поддержана грантом РФФИ 14-12-00269.*

### MATERNAL BEHAVIOR IN GRAY RATS SELECTED FOR AGGRESSION

Kozhemyakina R.V.<sup>1</sup>, Konoshenko M.Yu.<sup>1</sup>, Plyusnina I.F., Markel A.L.<sup>1</sup>

THE FEDERAL RESEARCH CENTER INSTITUTE OF CYTOLOGY AND GENETICS The Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia; [korimma@gmail.com](mailto:korimma@gmail.com)

It is known that perinatal factors, in particular, maternal behavior can exert prolonged and stable effects on the nervous system formation and behavior in humans and animals. The development of several genetic models by long-term selection for opposite behavioral features at the Institute of Cytology and Genetics has provided grounds for comprehensive investigation of the inheritance of behavioral traits and their dependence on environmental factors in neonatal development. Such models include rat strains selected for elevated aggressiveness toward humans and for the absence of such aggressiveness. The study is aimed at effects of selection for elevated and lowered aggressiveness toward humans on maternal behavior in rats. The behavior of nursing females was camcorded on days 1 through 21, six times a day. Each of the six sessions lasted for 1 h and included 20 records done at 3-min intervals. Thus, 120 records were done for each female daily. The experiment involved six unselected, five aggressive, and five tame females. Parameters of nursing behavior were taken: nursing frequency, nursing habit (arched, plateau-like, or passive), and licking. The recorded individual behavior features not associated with nursing included eating, drinking, passive rest outside the nest, wash or pelage cleaning (autogrooming), and doing the nest (turning of litter or nest construction). The occurrence of a female outside the nest was considered an index of the lack of maternal care, whereas the arched nursing posture and attention to the pups (licking) were regarded as indices of active maternal care (Caldji et al., Neurobiology, 1998). Our results indicate that the arched nursing posture is predominant among females of all the three groups. It is the most favorable for milk production and ensures the best pup viability. Tame and aggressive females show lower frequencies of arched nursing postures and, by the end of lactation, elevated frequencies of passive nursing. In unselected females, the frequency of arched postures remains constantly high throughout the lactation. Nursing in the plateau position was the least frequent in all groups. With regard to licking, aggressive females showed the greatest care of pups in comparison to tame or unselected mothers. Tame females showed practically the same frequency of mother-pup contacts as unselected ones.

*This study was supported by the Russian Science Foundation, project 14-12-00269.*

### ЭЭГ МАРКЕРЫ КОММУНИКАТИВНЫХ И КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА РАЗЛИЧНОЙ ТЯЖЕСТИ

Кожушко Н.Ю.<sup>1</sup>, Нагорнова Ж.В.<sup>2</sup>, Шемякина Н.В.<sup>2</sup>, Евдокимов С.А.<sup>1</sup>, Терещенко Е.П.<sup>1</sup>, Понамарев В.А.<sup>1</sup>, Кропотов Ю.Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мозга человека им. Н.П.Бехтеревой Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки; Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; [e\\_tereshchenko@yahoo.com](mailto:e_tereshchenko@yahoo.com)

### EEG MARKERS FOR CHILDREN WITH AUTISM

N.Ju. Kozhushko<sup>1</sup>, Zh.V. Nagornova<sup>2</sup>, N.V. Shemyakina<sup>2</sup>, S.A. Evdokimov<sup>1</sup>, E.P. Tereshchenko<sup>1</sup>, V.A. Ponomarev<sup>1</sup>, Ju.D. Kropotov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>N.P. Bechtereva Institute of the Human Brain, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; <sup>2</sup>I.M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; [e\\_tereshchenko@yahoo.com](mailto:e_tereshchenko@yahoo.com)

The study aimed to reveal electrophysiological markers of communicative and cognitive dysfunctions in children with autism spectrum disorder (ASD) of different severity.

Were examined 42 children with ASD divided into two groups of different severity and 70 healthy children (control group) aged 4-9 years. Scale evaluation of the development level of different psychological functions was performed based on qualitative reports of psychologists and logopedists. Children with different degree of mental delays, speech development delays and social interaction were divided into two groups (severe and nonsevere) according to the severity of their cognitive and social behavioral dysfunctions. EEGs were recorded in eyes opened condition at least two minutes and decomposed into group Independent Components (gIC) by means a blind source separation method. Spectral analysis was performed for the raw EEG recordings and the gIC separately. For statistical analysis hierarchical cluster analysis, ANOVA/MANOVA analysis and correlation analysis were used.

For severe ASD group in comparison with Control group the widespread differences with participation of frontal, parietal, temporal, occipital cortex zones were revealed. These differences presented in global gICs, gathering activity from all cortex areas, and in local gICs. Obtained distinctions were pronounced in theta (4-8 Hz) and beta (13-30 Hz) frequency bands.

For severe in comparison with nonsevere ASD groups differences in global gIC were revealed in theta and beta frequency bands and in local gIC in the right occipital cortex in beta frequency band. Reverse correlations of attention abilities in ASD children with gIC spectra power of theta, theta/alpha and theta/beta power ratios in parietal associative cortex were obtained.

Predominance of theta and beta frequency EEG activity in both ASD groups for global gIC together with predominance of high-frequency activity for local gIC in right occipital region in comparison with Control group could be assumed as hypothetic sources of abnormal activity related to ASD. The quantity of local gICs slow and high-frequency EEG activity differences (within frontal, temporal, parietal cortex zones) in 4-9 aged children might be considered as the markers of ASD severity.

### **ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРУКТУРА – АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛИФЕНОЛЬНОЙ ПРИРОДЫ**

**Козина В.И., Никифорова А.Б., Везнина Н.О., Шаталин Ю.В., Шубина В.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пущино, Россия.

Пушкинский государственный естественно-научный институт, г. Пущино, Россия, [shubinavictoria@yandex.ru](mailto:shubinavictoria@yandex.ru)

Образование активных форм кислорода (АФК) в клетках необходимо для нормального функционирования организма. В частности, АФК играют ключевую роль в клеточной сигнализации и борьбе организма с инфекцией. Тем не менее, избыточная продукция АФК способна вызывать окислительные повреждения клеток и тканей собственного организма. Установлено, что окислительный стресс (процесс, в котором баланс между продукцией и деградацией АФК сдвинут в сторону продукции АФК) вовлечен в развитие таких заболеваний как болезнь Альцгеймера, Паркинсона и др. В результате, многочисленные исследования взаимосвязи структура-антиоксидантная активность, направленные на поиск и синтез новых активных молекул, проводятся в настоящее время. В рамках данного исследования, была изучена антиоксидантная активность 6 структурно близких флавоноидов (кверцетина, таксифолина, катехина, эриодиктиола, нарингенина и гесперетина) в системе, содержащей люминол, пероксид водорода и пероксидазу хрена. Были определены концентрации флавоноидов, необходимые для 50 % ингибирования интегрального хемилюминесцентного ответа. Было показано, что кверцетин, катехин и таксифолин являются наиболее эффективными антиоксидантами по сравнению с гесперетином и нарингенином. Полученные данные свидетельствуют о том, что антиоксидантная активность полифенолов зависит от числа гидроксильных групп в структуре соединения, тогда как наличие 2,3-двойной связи или карбонильной группы у С-4 атома оказывают существенно меньшее влияние. *Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (№14-44-03622, №15-04-02377 и №16-34-01158 мол\_а).*

### **STRUCTURE – ANTIOXIDANT ACTIVITY RELATIONSHIP OF POLYPHENOLS**

**Kozina V.I., Nikiforova A.B., Vezhnina N.O., Shatalin Y.V., Shubina V.S.**

Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, 142290, Russia.

Pushchino State Institute of Natural Sciences, Pushchino, 142290, Russia, [shubinavictoria@yandex.ru](mailto:shubinavictoria@yandex.ru)

Production of reactive oxygen species (ROS) in the cell is required for normal physiological processes. In particular, ROS play a key role in cell signaling and defense of organism against infections. Nevertheless, excessive ROS can damage cells and tissues of the organism. It is known that oxidative stress (a process in which the balance between production and degradation of ROS is shifted towards the oxidant side) is implicated in the development of Alzheimer's disease, Parkinson's disease, etc. Therefore, numerous quantitative structure-antioxidant activity relationship studies aimed at a search for, and design of new active compounds have been carried out. In the present study, the antioxidant activity of structurally related flavonoids was investigated in the system containing luminol, hydrogen peroxide, and horseradish peroxidase (quercetin, catechin, taxifolin, eriodictyol, hesperetin, and naringenin). The concentration of flavonoids required for 50 % inhibition of integral chemiluminescence was determined. It was shown that quercetin, catechin, and taxifolin are more effective as antioxidants than hesperetin and naringenin. These data suggest that the antioxidant activity of polyphenols depends on the number of aromatic hydroxyl groups in the structure of compound, whereas the presence of the 2,3-double bond or the carbonyl group at C 4 contributes to the antioxidant activity of polyphenols to a lesser extent. *The present study was partially supported by RFBR, (№14-44-03622, №15-04-02377, and 16-34-01158 mol\_a).*

### **ПРИРОДА ГИПОГРАВИТАЦИОННОЙ ГИПЕРРЕФЛЕКСИИ**

**Козловская И.Б.**

ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, г. Москва, Россия

### **NATURE OF HYPOGRAVITATIONAL HYPERREFLEXIA**

**I.B. Kozlovskaya**

SSC RF – Institute of Biomedical Problems RAS, Moscow, Russia, Moscow, Russia

### **УЧАСТИЕ ТЕРМОРЕЦЕПТОРОВ В МОДУЛЯЦИИ ИММУННЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Козырева Т.В., Храмова Г.М., Евтушенко А.А.**

ФГБУ НИИ Физиологии и фундаментальной медицины СО РАН, Новосибирск, Россия, [Kozyreva@physiol.ru](mailto:Kozyreva@physiol.ru)

Ответ организма на то или иное воздействие является комбинацией реакций различных физиологических систем. Комбинация этих реакций определяется природой афферентной информации, обеспечивающей постоянное и точное взаимодействие физиологических систем организма. Одним из фундаментальных является вопрос о регуляторных механизмах формирования различных эффекторных реакций при термических воздействиях на организм. В докладе будут представлены следующие материалы: 1) о зависимости иммунного ответа от типа температурного афферентного сигнала – статической и динамической активности терморецепторов кожи; 2) о роли ионов кальция в модулирующем влиянии температуры на иммунный ответ.

Артериальная гипертензия приводит к глубоким изменениям в организме, и оказывает влияние не только на циркуляторную систему, но также и на другие физиологические системы, включая терморегуляторную и иммунную. Одной из причин этого влияния может быть изменение геномной регуляции функционирования термочувствительных TRP ионных каналов, являющихся основой температурной чувствительности термочувствительных нейронов. В связи с этим будут представлены результаты исследований: 1) об особенностях влияния внешней температуры на иммунный ответ в норме и

при артериальной гипертензии; 2) об изменении экспрессии генов термочувствительных TRP ионных каналов в мозге и селезенке, как иммунокомпетентном органе; 3) об изменении иммунного ответа организма при фармакологической стимуляции периферического холодочувствительного ионного канала TRPM8 у нормо- и гипертензивных животных.

Полученные результаты свидетельствуют о важной роли температурного афферентного сигнала в формировании иммунных процессов в живом организме.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 14-04-00700а.*

#### **PARTICIPATION OF THERMORECEPTORS IN MODULATION OF IMMUNE PROCESSES**

**Kozyreva T.V., Khramova G.M., Evtushenko A.A.**

Institute of Physiology and Fundamental Medicine, Novosibirsk, Russia

The response of living organism to any stimulus is a combination of the responses of various physiological systems. Combination of responses is determined by the regulatory afferent structures providing constant and precise interaction of the systems. One of fundamental is the question of the regulatory mechanisms of the formation of various effector reactions at thermal effect on the body.

The report will be presented to the following materials: 1) dependence of immune response on the type of temperature afferent signal – on the static and dynamic activity of the skin thermoreceptors; 2) the role of calcium ions in the modulatory effect of temperature on the immune response.

Hypertension leads to profound changes in the body, and has an influence not only on the circulatory system, but also on other physiological systems, including thermoregulatory and immune. One reason for this effect can be a change in the genomic regulation of thermosensitive TRP ion channels which are the basis of the temperature sensitivity of thermo-sensitive neurons. In this connection, will be presented the results of research: 1) about the peculiarities of the influence of the ambient temperature on the immune response in normal and hypertension; 2) on the changes in expression of genes thermosensitive TRP ion channels in brain and spleen as immunocompetent organs; 3) about the changes of immune response at pharmacological stimulation of peripheral cold-sensitive ion channel TRPM8 in normal and hypertensive animals.

The results indicate the importance of temperature afferent signal in the formation of immune processes in vivo. *This work has been supported by Russian Foundation for Basic Research (grant No 14-04-00700a).*

#### **ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ МИКРОГЛИОЦИТОВ ВЕНТРАЛЬНЫХ РОГОВ СПИННОГО МОЗГА КРЫСЫ НА СИСТЕМНОЕ ВВЕДЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО ЛИПОПОЛИСАХАРИДА**

**Колос Е.А., Коржевский Д.Э.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия [iemmorphol@yandex.ru](mailto:iemmorphol@yandex.ru)

Микроглиоциты являются резидентными клетками макрофагального ряда центральной нервной системы (ЦНС). Они способны активироваться и принимать участие в реакциях, развивающихся в ЦНС в ответ на воздействие повреждающих факторов.

Цель настоящего исследования состояла в изучении особенностей реакции микроглии спинного мозга крысы в области вентральных рогов в ответ на парентеральное введение бактериального липополисахарида. Липополисахарид (ЛПС) *E.coli* (L2630, Sigma) вводили внутрибрюшинно половозрелым крысам-самцам Вистар в дозе 2 мг/кг (n=5). Контрольным животным (n=5) вводили физиологический раствор в том же объеме. Через 24 часа после инъекции выделяли шейные отделы СМ, фиксировали в цинк-этанол-формальдегиде, декальцинировали в растворе муравьиной кислоты, обезжировали и заливали в парафин. Для идентификации микроглиоцитов применяли поликлональные козы антитела к белку Iba-1 (Abcam, Великобритания). Установлено, что у контрольных животных в сером веществе вентральных рогов СМ выявляется сеть тонких разветвленных отростков Iba-1-иммунопозитивных (Iba-1<sup>+</sup>) клеток, тела которых редко попадают на плоскость среза. После однократного введения ЛПС наблюдаются реактивные изменения в клетках микроглии передних рогов СМ. Тела клеток увеличиваются в размерах, приобретают неправильную амебоидную форму с небольшими толстыми цитоплазматическими выростами, тонкие разветвленные отростки исчезают. Такие морфологические изменения свидетельствуют об активации микроглии. Отмечено, что большое количество клеток активированной микроглии располагается в непосредственной близости от мотонейронов, вероятно, в области синапсов. Такие взаимодействия могут способствовать изменениям нейронных связей после повреждающего воздействия на СМ. Количество крупных Iba-1<sup>+</sup> клеток вентральных рогов СМ, попадающих в плоскость среза, возрастает более чем в 1,5 раза по сравнению с группой контроля. Таким образом, установлено, что при однократном внутрибрюшинном введении ЛПС в дозе 2 мг/кг через одни сутки в СМ крысы наблюдаются реактивные изменения в клетках микроглии передних рогов СМ.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-04-00049.*

#### **STUDY OF THE REACTION OF THE MICROGLIA IN THE VENTRAL HORN OF THE RAT SPINAL CORD TO SYSTEMIC ADMINISTRATION OF BACTERIAL LIPOPOLYSACCHARIDE**

**Kolos E.A., Korzhevskii D.E.**

Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russia, E-mail: [iemmorphol@yandex.ru](mailto:iemmorphol@yandex.ru)

Microglia are the resident macrophages of the central nervous system (CNS). The activation of microglia in response to neural damage involves morphological changes.

The aim of this study is to investigate reaction of microglia in rat ventral horns of SC to injection of bacterial lipopolysaccharide (LPS). Wistar rats were treated with an intraperitoneal injection of *E. coli* LPS (L2630, Sigma) at the dose 2 mg/kg (n=5) or with saline (control, n=5). The rat cervical spinal cord (SC) was isolated 24 hours after injection. The material was fixed in zinc-ethanol-formaldehyde, was decalcified in formic acid, was dehydrated and



was embedded in paraffin. To identify spinal microglia, polyclonal goat anti-Iba-1 antibody (Abcam, UK) was used. In ventral horns of control group, Iba-1-immunopositive (Iba-1<sup>+</sup>) thin microglial processes have been identified, whereas immunopositive cell bodies were rare in the cutting plane. It was demonstrated that single injection of LPS induces reactive changes in the microglia of the anterior horns. The number of Iba-1<sup>+</sup> cell bodies increases in the gray matter of the ventral horns. The signs of activation of microglia were found: the cells had amoeboid shape with small cytoplasmic outgrowths, while thin processes were not seen. It was found that activated microglial cells were located in close proximity to motor neurons. Such interaction may lead to functional changes in neuronal circuits after damaging effects on the spinal cord. The amount of activated Iba-1<sup>+</sup> cells of the ventral horns of the SC was increased more than 1.5 times compared to the control group. Thus, it was found that 24 hours after a single intraperitoneal injection of LPS at a dose of 2 mg / kg morphologic and quantitative changes in microglia of anterior horns were observed. *Study was supported by RFBR grant №14-04-00049.*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ SB-366791 – ЭФФЕКТИВНОГО АНТАГОНИСТА TRPV1-РЕЦЕПТОРОВ**

**Комарова М.С., Николаев М.В., Потапова Н.Н., Тихонов Д.Б.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия; marrgosha@inbox.ru

TRPV1-рецепторы являются важнейшими интеграторами болевых и воспалительных сигналов. По способу активации TRPV1 являются полимодальными, так как могут быть активированы различными химическими и физическими стимулами (капсаицин, протоны, повышение температуры и т.д.). SB-366791 – низкомолекулярный эффективный и селективный антагонист TRPV1-рецепторов при их активации капсаицином. При этом данные о его действии при активации другими способами на TRPV1-рецепторы противоречивы. Так, например, при активации TRPV1 закислением внеклеточной среды SB-366791 может, по разным источникам, ингибировать (Gunthorpe et al., 2004) или потенцировать (Gavva et al., 2004) TRPV1-опосредованные токи. Целью работы было выяснение причин противоречий, имеющих в литературе, и изучение механизма действия SB-366791 на TRPV1-рецепторы при их активации закислением. Электрофизиологические эксперименты проводились на клетках линии CHO, экспрессирующих TRPV1-рецепторы (Patch-Clamp регистрация трансмембранных токов в конфигурации «целая клетка», режим фиксации потенциала). Исследовано действие SB-366791 при активации каналов внеклеточными растворами с pH=6.5, 6.2 и 5.8. Результаты показали, что в наших условиях SB-366791 угнетает TRPV1. Построены концентрационные кривые действия SB-366791 (0.1, 0.3, 3, 10, 30 мкМ) для каждого значения pH. Выявлено, что максимальный ингибирующий эффект снижается при увеличении закисления, то есть при более сильной активации каналов (80±2% при pH=6.5, 42±5% при pH=6.2 и 20±5% при pH=5.8), при этом величина ИК<sub>50</sub> остается неизменной (1.4±0.4 мкМ). Таким образом, показано, что ингибирующий эффект SB-366791 на активацию TRPV1-рецепторов протонами носит неконкурентный характер.

*Работа поддержана грантом 13-04-40081-Н (КОМФИ).*

### **ANALYSIS OF MECHANISM OF ACTION OF SB-366791 – EFFECTIVE ANTAGONIST OF TRPV1 RECEPTORS**

**Komarova M.S., Nikolaev M.V., Potapova N.N., Tikhonov D.B.**

Federal state budgetary institution of science Institute of evolutionary physiology and biochemistry named after I. M. Sechenov RAS, Saint-Petersburg, Russia; marrgosha@inbox.ru

TRPV1 receptors are important integrators of multiple noxious and inflammatory signals. TRPV1 receptors are polymodal as they can be activated by different chemical and physical stimuli (capsaicin, protons, heat etc). SB-366791 – small-molecule effective and selective antagonist of TRPV1 receptors when they are activated by capsaicin. Nevertheless, literature data for SB-366791 action on TRPV1 while their activation by other stimuli is contradictory. For example, when TRPV1 is activated by acidification of extracellular milieu, according to different sources, SB-366791 can inhibit (Gunthorpe et al., 2004) or potentiate (Gavva et al., 2004) TRPV1-mediated currents. Here we studied action of SB-366791 on TRPV1 receptors in case of acidic activation and tried to find out the reasons for contradictions in the literature. We made patch-clamp experiments (whole-cell, voltage clamp mode) on cultured CHO cells stably expressing rat TRPV1 receptors. The TRPV1-mediated currents were induced by applications of acidic extracellular solutions (pH 6.5, 6.2 and 5.8); these currents were inhibited in the presence of SB-366791. The concentration dependences of SB-366791 action (0.1, 0.3, 3, 10, 30 μM) were determined for each pH value. Maximal inhibitory effect was less when the acidification was stronger (i.e. stronger activation of receptors): 80±2% for pH=6.5, 42±5% for pH=6.2 and 20±5% for pH=5.8, though IC<sub>50</sub> was the same (1.4±0.4 μM). We conclude that inhibitory effect of SB-366791 on TRPV1 activation by protons has non-competitive nature.

*The work is supplied by grant 13-04-40081-H.*

### **ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕЙРОННЫХ КОЛОНК СЛУХОВОЙ СЕНСОРНОЙ КОРЫ МОЗГА**

**Комиссаров В. И., Ротмистровская Е. Г.**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Курский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, Курск, Россия [komvi@mail.ru](mailto:komvi@mail.ru)

На основании данных электрофизиологических и морфологических работ выдвинуто представление о локальной нейронной сети, основанной на вертикальной упорядоченности нейронов коры мозга и являющейся элементарной структурно-функциональной единицей интегративной деятельности высших отделов мозга.

В связи с этим исследованы взаимоотношения импульсной активности нейронов, зарегистрированных в условиях хронического эксперимента на кошках при вертикальной проходке микроэлектрода одновременно в слуховых зонах коры мозга AI, AII, Ep и ассоциативной слуховой области. Предварительно у одной группы животных вырабатывали устойчивый прочный пищевой рефлекс, а у другой – оборонительно-двигательный рефлекс на тон 500 Гц. Кроме того у этих животных была выработана дифференцировка на тон 1000 Гц. Анализ функциональной сопряженности локальных нейронных сетей изучаемых слуховых зон коры осуществлялся путем построения корреляционных матриц.

Полученные квадратные матрицы корреляционных связей между импульсной активностью нейронов локальных нейронных сетей из вертикально упорядоченных группировок слуховой сенсорной зоны коры мозга отчетливо демонстрируют специфичность построения пространственно-временных взаимоотношений между ними в зависимости от характера сенсорного сигнала. Так, если пищевой сигнал вызывает доминирование в матрице связей нейронов первичной слуховой зоны AI, то при оборонительном – преобладающее влияние в матрице приобретает ассоциативная слуховая зона. Следовательно, решающую роль в топологии связей играет сигнальное значение звука, а не его физические характеристики, что должно рассматриваться как выражение системного характера перестроек. В соответствии с известным в современной теории систем принципом "эмергентности" работа подобной организации локальных нейронных сетей в этом случае не будет эквивалентна результатам простой суммации деятельности входящих в них клеток, а выражает качественно новый уровень обработки сигналов отличный от уровня сенсорного анализа отдельных нейронов. Сформированная таким образом интегральная единица коры – локальная нейронная сеть может рассматриваться как обрабатывающее информацию устройство с входом и выходом (или связывающее ряд входов с рядом выходов). Распределение локальных сетей в виде двумерной матрицы колонок позволяет картировать одновременно несколько переменных сигнала. В связи с этим логично считать, что формирование функциональной топологии матричной структуры локальных нейронных сетей создает реальный адекватный алгоритм обработки поступающей сенсорной информации.

#### **FEATURES OF CO-OPERATION OF NEURON COLUMNS OF AUDITORY SENSORY BRAIN CORTEX** **Komissarov V. I., Rotmistrovskaya E.G.**

State budgetary educational institution of higher professional education «Kursk state medical university»  
of Ministry of Health of the Russian Federation, Kursk, Russia [komvi@mail.ru](mailto:komvi@mail.ru)

On the basis of these electrophysiological and morphological works idea of the local neural network based on vertical orderliness of neurons cortex brain and which is elementary structurally functional unit of integrative activity of the highest departments of a brain is put forward.

In this regard relationship of pulse activity of the neurons registered in the conditions of chronic experiment on cats at a vertical driving of a microelectrode at the same time in acoustical zones of cortex of a brain of AI, AII, Ep and associative acoustical area is investigated. Previously at one group of animals developed a steady strong food reflex, and at another – a defensive and motive reflex on tone of 500 Hz. Besides at these animals the differentiation on tone of 1000 Hz was developed. The analysis of a functional associativity of local neural networks of the studied acoustical zones of cortex was carried out by creation of correlation matrixes.

The received square matrixes of correlation communications between pulse activity of neurons of local neural networks from vertically ordered groups of an acoustical sensorial zone of cortex of a brain distinctly show specificity of creation of existential relationship between them depending on character of a sensorial signal. So, if the food signal causes domination in a matrix of communications of neurons of primary acoustical zone AI, at the defensive – the prevailing influence in a matrix is got by an associative acoustical zone. Therefore, the crucial role topology of communications is played by alarm value of a sound, but not its physical characteristics that has to be considered as expression of system nature of reorganizations. According to the principle, known in the modern theory of systems "emerzhentnost" work of the similar organization of local neural networks in this case won't be equivalent to results of a simple summation of activity of the cages entering them, and expresses qualitatively new level of processing of signals other than the level of the sensorial analysis of separate neurons. The integrated unit of cortex created thus – a local neural network can be considered as the device processing information with an entrance and an exit (or connecting a number of entrances with a number of exits). Distribution of local networks in the form of a two-dimensional matrix of columns allows to map at the same time several variables of a signal. In this regard it is logical to consider that formation of functional topology of matrix structure of local neural networks creates real adequate algorithm of processing of the arriving sensorial information.

#### **ДИНАМИКА ПАРАМЕТРОВ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ В УСЛОВИЯХ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭЭГ-ЗАВИСИМОЙ СТИМУЛЯЦИИ.**

**Константинов К.В., Леонова М.К.**  
ФГБНУ «ИЭМ», Санкт-Петербург, Россия

Выполнено исследование вербальной и образной кратковременной памяти в условиях отдельного предъявления акустических стимулов скоррелированных с текущей ЭЭГ правого и левого височных отведений.

Обследовано 89 практически здоровых испытуемых в возрасте от 20 до 36 лет, 49 мужчин и 40 женщин, которые проходили процедуры прослушивания акустического образа собственной ЭЭГ. В группах «Т3» (30 человек) и «Т4» (28 человек) прослушивали акустический образ собственной ЭЭГ левого (Т3) и правого (Т4) височных отведений в реальном времени. В третьей группе («контроль»), 31 человек, прослушивали запись акустического образа чужой ЭЭГ. Длительность процедуры – 20 минут, глаза закрыты.

Все испытуемые проходили тестирование кратковременной памяти до и после процедуры. В вербальном тесте на мониторе в течение 40 секунд экспонировалось множество комбинаций слов с числами. В образном – картинок с числами. Оценивалась доля правильно воспроизведенных комбинаций.

В группе «Т3» в вербальном тесте доля правильных ответов увеличилась с  $24,4 \pm 16,9\%$  до  $29,8 \pm 14,7\%$  ( $p=0,022$ ). В образном тесте значения не изменились. В группе (Т4) в образном тесте доля правильных ответов увеличилась с  $25,2 \pm 12,1\%$  до  $30,8 \pm 14,2\%$  ( $p < 0,05$ ). В вербальном тесте значения не изменились. В контроле в образном тесте имело место увеличение с  $27,8 \pm 14,9\%$  до  $34,1 \pm 13,2\%$  ( $p < 0,05$ ). В вербальном тесте изменений не наблюдалось.

Выявлено избирательное улучшение показателей краткосрочной памяти при раздельном прослушивании акустических стимулов синхронизированных с правой и левой височными областями. В процедурах прослушивания акустического образа ЭЭГ левого височного отведения наблюдается увеличение объема запоминаемой информации на слова, что возможно, связано с активацией речевых зон левого полушария. Увеличение объема запоминаемой образной информации в группах «Т4» и «контроль» носит, скорее всего, неспецифический характер, вероятно связанный с применением акустической стимуляции, что приводит к активации, прежде всего, структур правого полушария.

### **DYNAMICS OF SPEECH PERCEPTION CENTER FUNCTIONAL ACTIVITY IN CONDITIONS OF EEG-DEPENDENT STIMULATION ACOUSTIC IMAGE**

**Konstantinov K., Leonova M.**

Federal Institute of Experimental Medicine, Saint-Petersburg, Russia

The evaluation of verbal and picturesque short-term memory in conditions of separate representation of acoustic stimuli correlated with the patient's own temporal areas EEG (both the right and the left) was performed.

38 respondents were examined, 49 men and 40 women aged 20 – 36 years. They listened to the acoustic image of their own EEG. In "T3" (30 respondents) and "T4" (28 respondents) groups respondents listened to the acoustic image of their own left (T3) and right (T4) temporal areas EEG in real time. In the third group ("control" one) 31 respondents listened to records of the acoustic image of EEG made before during work with another respondent. The duration of procedure was 20 minutes with eyes closed.

Before and after the procedure the short-term testing for every respondent took place. In the verbal test different word combinations with numbers in it were shown to the respondent for 40 seconds. In picturesque test there were pictures with numbers. During the testing the percentage of right reproduced combinations was being estimated.

In "T3" group the percentage of right answers increased from  $24,4 \pm 16,9\%$  to  $29,8 \pm 14,7\%$  ( $p=0,022$ ) in the verbal test. Picturesque test results haven't been changed. In "T4" group the percentage of right answers increased from  $25,2 \pm 12,1\%$  to  $30,8 \pm 14,2\%$  ( $p < 0,05$ ) in the picturesque test. Verbal test results haven't been changed. In "control" group the percentage of right answers increased from  $27,8 \pm 14,9\%$  to  $34,1 \pm 13,2\%$  ( $p < 0,05$ ) in the picturesque test. Verbal test results haven't been changed.

The selective improvement in short-term memory indicators during separate listening of acoustic stimuli synchronized with the right and left temporal regions was revealed. During the procedure of listening to the acoustic image of patient's own left temporal EEG the increase of the memorized information volume could be observed that is possibly connected with activation of the left temporal speech areas. The increase of the memorized information volume in "T4" and "control" groups has nonspecific nature apparently that is probably connected with using acoustic stimulation leading the structures of the right temporal activation firstly.

### **ТРАНСЦЕНДЕНТНЫЙ БИХЕВИОРИЗМ**

**Копаладзе Р.А.**

ФГБНУ НИИ общей патологии и патофизиологии. Москва, Россия. [revazkop@mail.ru](mailto:revazkop@mail.ru)

Понятие «*трансцендентный бихевиоризм*» (ТБ) вводится впервые и означает поведение человека, трансцендирующего за рамки реального мира в миры умопостигаемые. ТБ в отличие от классического бихевиоризма и необихевиоризма изучает феномены «сознания» и «души», а также «моральные чувства». ТБ исходит из того, что в основе поведения человека, в отличие от поведения животных, лежит «принцип неполноты». Иначе, поведение человека в реальном мире есть часть некоего целого (души). Об этом свидетельствует наличие у человека, зависимых от сознательного выбора, субъективных переживаний: чувство вины, угрызение совести, стыд и др. Эти моральные чувства указывают на то, что «Я» *могло бы выбрать и другие действия*. Цель ТБ – преодолеть «принцип неполноты» (редукционизм), «оживить» невыбранные возможности, сделать умопостигаемые миры объективно наблюдаемыми. Это достигается тем, что поведение человека представляется в множественном числе, как неоднородное множество возможных миров. Структура этого множества зависит от генетики человека и структуры среды. Элементом множества является «индивид в мире». В результате ветвления миров и индивидов во времени, исходно тождественные индивиды, являющиеся одним и тем же человеком, становятся разными индивидами, а миры – разными мирами, как бы происходит дивергенция индивидов и миров. ТБ позволяет вводить в научный обиход понятия «вероятностная свобода», «вероятностное будущее» и «вероятностный детерминизм». Вероятностная свобода как частное проявление вероятностного детерминизма возникает в результате интеграции возможных миров и реального мира, будущего и настоящего, души и тела, воли и интеллекта. Влияние будущего на настоящее придает функциональной анатомии головного мозга человека вероятностный характер, ибо будущее нечто большее, чем настоящее. Иначе говоря, воля с участием интеллекта, как бы управляет поведением человека в лабиринте будущего. ТБ демонстрирует, что в основе поведения человека, в отличие от животных, лежит не победа сильного мотива над слабым, а вероятностные законы. Можно даже утверждать, что вероятностное будущее и есть фактор целостности человеческой психики. ТБ включает в свою структуру и математику, как науку о возможных мирах и

позволяет ставить вопрос о математических началах этики, саморефлексии, интроспекции. ТБ позволяет по новому взглянуть на такие морально-юридические категории как свобода воли, ответственность, права.

### TRANSCENDENTAL BEHAVIORISM

**Kopaladze R. A.**

FSBSI "Institute of General Pathology and Pathophysiology". Moscow, Russia.  
[revazkop@mail.ru](mailto:revazkop@mail.ru)

The concept of "transcendental behaviorism" (TB) is introduced for the first time and means a person's behavior, transcending beyond the real world into intelligible worlds. TB in contrast to classical behaviorism and neo behaviorism studies phenomena of "consciousness", "soul", also "moral feelings." TB comes from the in fact that the basis of human behavior, unlike animal behavior, is the "principle of incompleteness". Otherwise, human behavior in the real world is part of some whole (soul). This is evidenced by the presence in humans, dependent on conscious choice, subjective experiences: feelings of guilt, remorse, shame, etc. These feelings indicate that "I" could have chosen some other actions. The purpose of TB is to overcome the "principle of incompleteness" (reductionism), to "revive" unselected possibilities, to make intelligible worlds objectively observed. This is achieved by the fact that human behavior appears to be plural, like heterogeneous great number of possible worlds. The structure of this great number depends on human genetics and the structure of the environment. The array element is "the individual in the world." As a result branching worlds and individuals in time, initially identical individuals, being one and the same person, become different individuals, and worlds – different worlds, as if it is the divergence of individuals and worlds. TB allows you to introduce in the scientific use the concept of "probabilistic freedom", "future probability" and "probabilistic determinism". Probabilistic freedom as a particular manifestation of probabilistic determinism arises as a result of integration of possible worlds and the real world, the future and the present, the body and the soul, will and intellect. The influence of the future on the present adds to functional anatomy of the human brain a probabilistic character, for the future is something more than the present. In other words, the will involving intelligence, sort of governs the human behavior in the labyrinth of the future. TB demonstrates that the basis of human behavior, unlike animals, is not the victory of the strong motive over the weak motive, but the laws of probability. One could even affirm that a probabilistic future is the factor of integrity of the human psychics. TB includes in its structure mathematics, as the science of possible worlds and allows us to raise the question about the mathematical basis of ethics, self-reflection, introspection. TB allows us to take a fresh look at such moral and legal categories as freedom will, responsibility, rights.

### НОВАЯ МОДЕЛЬ РЕФЛЕКТОРНОЙ ЭПИЛЕПСИИ У КРЫС

**Копаладзе Р.А., Кубатиев А. А.**

ФГБНУ НИИ общей патологии и патофизиологии. Москва, Россия. [revazkop@mail.ru](mailto:revazkop@mail.ru)

К числу экспериментальных моделей эпилепсии относится так называемая рефлекторная эпилепсия. Под рефлекторной эпилепсией понимаются варианты эпилепсии, при которых генерализованные судорожные припадки у животных возникают в ответ на световой или звуковой раздражитель. Звуковая эпилепсия у крыс Wistar впервые была описана в 1924 году Дональдсоном. В 1940-ых годах Л.В. Крушинским и Л.Н. Молодкиной на основе крыс линии Wistar была выведена первая в мире линия крыс КМ, дающих более чем в 99% случаев судорожные припадки на звук. Позже, в 1950 годы в США на основе крыс линии Sprague-Dowley была выведена, предрасположенная к звуковой эпилепсии, линия крыс GEPR. Звуковая эпилепсия у крыс, которая изучается уже много десятилетий, по-прежнему привлекает внимание исследователей. В настоящее время существуют линии крыс, генетически предрасположены к звуковой эпилепсии: крысы КМ – Крушинского-Молодкиной, GEPR – Genetically epilepsy prone rats, WAR – Wistar audiogenic rats, WAG/Rij и другие. Предлагаемая нами модель отличается тем, что в качестве эпилептогенного раздражителя используется резкое снижение давления атмосферного воздуха в барокамере – «гипобарическая декомпрессия». Эпилептиформную реакцию, индуцируемую гипобарической декомпрессией, мы называем гипобарической эпилептиформной реакцией – ГЭР. ГЭР вызывали следующим образом. Крысу КМ помещали в индивидуальную вентилируемую барокамеру, снабженную специальной крышкой с игольчатым клапаном, высотомером и вакуум насосом. Включали вакуум-насос, и со скоростью 50 м/сек «поднимали» крыс до уровня 5000 метров. Скорость «подъема» регулировали игольчатым клапаном. Время «подъема» – 100 секунд. Давление воздуха в барокамере при этом падает с 760 – до 405 мм рт. ст., а содержание кислорода в воздухе – с 21% до 10%. Действие декомпрессии прекращали в момент наступления припадка, с последующей рекомпрессией. В опытах были протестированы 1.100 крыс Wistar и 220 крыс КМ обоих полов весом 180-300г. Эксперименты показали, что у крыс Wistar ГЭР возникает лишь в 5% случаев, тогда как у крыс КМ – 98% случаев. Это открывает возможность использования крыс КМ для моделирования ГЭР. Феномен ГЭР имеет сходство с рефлекторной эпилепсией, индуцируемой звуковым раздражителем у крыс КМ. Тяжесть ГЭР оценивали по 9-ти балльной шкале. Показано, что карбамазепин в дозе 20 мг/кг эффективно предотвращает ГЭР. Новая экспериментальная модель рефлекторной эпилепсии с использованием крыс КМ открывает новые возможности точной количественной оценки патогенного действия гипобарической декомпрессии на живой организм и лекарственной коррекции.

### A NEW MODEL OF REFLEX EPILEPSY IN RATS

**Kopaladze R.A., Kubatiev A.A.**

FSBSI "Institute of general pathology and pathophysiology", Moscow, Russia. [revazkop@mail](mailto:revazkop@mail.ru)

Among the experimental models of epilepsy is the so-called reflex epilepsy. The term reflex epilepsy refers to variants of epilepsy in which generalized seizures occur in animals in response to light or sound stimulus. Sound

epilepsy in Wistar rats was first described in 1924 by Donaldson. In the 1940's, L. V. Krushinsky and L. N. Molodkina based on the rats of Wistar line bred the world's first line of rats KM, yielding seizures to the sound more than in 99% of cases.

Later, in the 1950s in the USA based on the rats of Sprague-Dowley line was bred GEPR line of rats inclined to sound epilepsy. Sound epilepsy in rats that has been studied for many decades, continues to attract the attention of researchers. There are currently lines of rats genetically predisposed to audiogenic epilepsy: rat KM – Krushinsky-Molodkina, GEPR – Genetically epilepsy prone rats, WAR – Wistar audiogenic rats, WAG/Rii and others. The proposed model is characterized by the fact that as the epileptogenic stimulus is used a sharp decrease in the pressure of atmospheric air in the chamber – "hypobaric decompression". Epileptic reaction induced by hypobaric decompression, we call hypobaric epileptic reaction – HER. HER was performed as follows. Each rat KM was placed into individual by ventilated chamber, equipped with a special lid with a needle valve, the altimeter and the vacuum pump. We switched on the vacuum pump, and at the speed of 50 m/sec "raised" rats to the level of 5000 meter. The speed of "raising" was regulated by needle valve. The "rise time" is 100 seconds. The air pressure in the hypobaric chamber thus decreases from 760 to 405 mm of Hg and the content of oxygen in the air – from 21% to 10%. The effect of decompression was stopped at the moment of the seizure, followed by recompression. In experiments 1.100 Wistar rats and 220 KM rats of both sexes weighing 180-300 grams were tested. The experiments showed that in Wistar rats HER occurs only in 5% of cases out of the total number, whereas in KM rats HER occurs in 98% of cases. This opens up the possibility of using the KM rat for modelling HER. The HER phenomenon has similarities with audiogenic epilepsy. The severity of HER was evaluated by 9 point scale. It is shown that carbamazepine in a dose of 20mg/kg is effective in HER preventing. A new experimental model of reflex epilepsy using KM rats opens up new opportunities for precise quantitative assessment of pathogenic effects of hypobaric decompression on the living organism and drug correction.

### **МОТИВАЦИОННЫЙ БАЛАНС ПРИ ПИЩЕВОМ ПОВЕДЕНИИ ВЛИЯЕТ НА АКТИВАЦИЮ НЕЙРОНОВ ЭНТОПАЛЛИУМА**

**Корнеева Е.В.<sup>1</sup>, Тиунова А.А.<sup>2</sup>, Александров Л.И.<sup>1</sup>, Голубева Т.Б.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К.Анохина, <sup>3</sup>Кафедра зоологии позвоночных Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, [eko.ihna@mail.ru](mailto:eko.ihna@mail.ru).

У птиц в тектофугальный зрительный путь проецируются все области сетчатки, что позволяет использовать его в качестве сенсорного обеспечения как короткофокусного зрения при пищедобывательном поведении, так и длиннофокусного зрения при панорамном зрении и оборонительном поведении. Изменение мотивационного баланса влияет как на поведение, так и на паттерны активации нейронов. Исследование активации нейронов в высшем представительстве тектофугальной системы энтопаллиуме при изменении мотивационного баланса проводилось с целью выяснения вопроса о том, сенсорное обеспечение какой из форм поведения в большей мере обеспечивает эта система. В качестве маркера активации нейронов использовали иммуногистохимическую детекцию экспрессии раннего гена c-Fos. Исследование проведено на 10 птенцах мухоловки-пеструшки в возрасте 12 суток. Птенцы помещались в незнакомую обстановку. Изменение баланса между пищевой и оборонительной мотивациями происходило в процессе привыкания птенцов к обстановке и увеличения времени пищевой депривации. Пищевой стимуляции подвергали по 2 птенца после 2-х и 4-х часовой пищевой депривации и по 3 птенца после 6 и 8-часовой депривации. Выраженность оборонительного поведения оценивали по количеству и громкости вокализационного компонента пищевых реакций птенцов при пищевой стимуляции. После иммуногистохимической обработки фронтальных срезов мозга проводили количественное исследование плотности c-Fos-позитивных нейронов в энтопаллиуме. Корреляционный анализ показал обратную зависимость значений плотности иммунопозитивных нейронов в энтопаллиуме от продолжительности пищевой депривации и громкости вокализационного компонента пищевых реакций. Такая зависимость предполагает, что смещение мотивационного баланса в сторону увеличения пищевой /снижения оборонительной мотивации при пищевом поведении сопровождается уменьшением в энтопаллиуме числа активирующихся нейронов, что, в свою очередь, свидетельствует о том, что сенсорное обеспечение энтопаллиума преимущественно связано с реализацией оборонительного поведения.

### **MOTIVATION BALANCE DURING FEEDING BEHAVIOR AFFECTS ENTOPALLIUM NEURONS' ACTIVATION**

**Korneeva E.V.<sup>1</sup>, Tiunova A.A.<sup>2</sup>, Alexandrov L.I.<sup>1</sup>, Golubeva T.B.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, <sup>2</sup>P.K.Anokhin's Institute of Normal Physiology RAMS, <sup>3</sup>Dept. of Vertebrate Zoology, M.V.Lomonosov's Moscow State University, [eko.ihna@mail.ru](mailto:eko.ihna@mail.ru)

Avian tectofugal visual pathway receives projections from all areas of retina. Thus, this pathway can serve as a sensory basis of both short-focus vision in feeding behavior and of long-focus one in panoramic vision and defense behavior. Shifts in motivation balance affects both behavior and neuronal activation patterns. Neuron activations in the higher structure of the tectofugal system – entopallium – were analyzed to find out which form of behavior was more dependent from this system. To analyze neurons' activations, immunohistochemical detection of the expression of the early gene c-Fos was used. Ten nestlings of pied flycatcher aged 12 days were used in the study. Balance between feeding and defense motivation changed during the adaptation of the young to the experimental environment and due to increase of the duration of feeding deprivation. 2 nestlings received feeding stimulation after 2 hours and 2 – after 4 hours of feeding deprivation; 3 nestlings – after 6 hours and 3 – after 8 hours of deprivation. Number and loudness of vocalizations during begging in response to feeding stimulation were used as estimates of expression of defense behavior. Frontal brain sections were processed with immunohistochemical methods and the density of c-Fos-positive neurons was calculated. Correlation analysis revealed the inversed relation of the density of immunopositive neurons in entopallium and duration of feeding

deprivation or loudness of vocalization component of begging. Such correlation suggests that the shift of motivation balance towards the increase of feeding motivation/decrease of defense motivation is related with the decrease of the number of activated entopallium neurons. The latter implies that the sensory system of entopallium is predominantly related with the realization of defense behavior.

### **ВЛИЯНИЕ ОПОРНО-ПРОПРИОЦЕПТИВНОЙ ДЕПРИВАЦИИ И ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРИТЕЛЬНО-МАНУАЛЬНОГО СЛЕЖЕНИЯ**

**Корнилова Л.Н., Глухих Д.О., Наумов И.А., Хабарова Е.В., Екимовский Г.А.**

Лаборатории вестибулярной физиологии ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН

В ходе пред- и послеполетных обследований 14 российских членов экипажей длительных экспедиций на МКС, находившихся в полете в течение 159 – 195 суток, а так же обследования 30 испытуемых модельного эксперимента «сухая горизонтальная иммерсия», длительностью 5 – 7 суток (до, во время и после эксперимента), были проведены исследования характеристик зрительно-мануального слежения (ЗМС).

Глазодвигательные реакции регистрировались методом электроокулографии, а движение руки с помощью джойстика с использованием биологической зрительной обратной связи – один из двух стимулов на экране отражал текущий угол наклона джойстика. Обследование проводилось с помощью компьютерных стимуляционных программ, предъявляемых обследуемому на экране монитора АПК «Сенсомотор» (плавное линейное и маятниковое перемещение точечной мишени с частотой 0,16 Гц в вертикальном и горизонтальном направлениях). Оценивались латентные и общие времена реакции, амплитудные и скоростные показатели следящих движений глаз (ЗС) и руки (МС), коэффициенты эффективности (Кэ)-отношение амплитуд движений глаз/руки к амплитуде перемещения стимула и коэффициенты усиления (Ку)-отношение скоростей движений глаз/руки к скорости движения зрительных стимулов.

У космонавтов, перед полетом исследования проводились за 30-60 суток, после полета на 1(2), 4(5) и 8(9) сутки, у испытуемых эксперимента, дважды в фоне за 3-7 суток, на 1-е 3-е и 5-6-е сутки пребывания в ванне и на 1-е, 3-4-е, 5-6-е сутки после завершения иммерсионного воздействия.

Согласно полученным результатам при оценке показателей ЗМС следует что, невесомость влияет не только на характеристики следящих движений глаз, о чем свидетельствуют увеличение латентного времени реакции, изменение точности и скорости слежения за зрительным стимулом в тестах на плавное слежение, но также изменяет и точность важного показателя операторской деятельности – мануального слежения. В период реадaptации латентное время и общее время реакции руки при слежении за стимулом увеличено, пиковая скорость и КэМС достоверно снижены. Полагаем, что зарегистрированные изменения в показателях МС у космонавтов после длительного пребывания в условиях невесомости могут привести к ухудшению операторской деятельности космонавтов

Если сравнивать поведение следящей функции глаз и руки во время адаптации к земной силе тяжести после длительного пребывания в условиях невесомости, можно сделать вывод, что точность выполнения задачи слежения рукой за стимулом выше чем у глаз. К +8(9) суткам реадaptации, показатели зрительно – мануального слежения практически приходят в норму, приближаясь к фоновым.

Что касается испытуемых модельного эксперимента, то здесь КэЗС был достоверно снижен по сравнению с фоном в течение всех суток пребывания в иммерсии и вплоть до 4-х суток после иммерсии, а КэМС был достоверно снижен только на 1-е и 3-и сутки иммерсии. КуЗС достоверно отличался от фона только на 3-и и 6-е сутки иммерсии и на 1-е, 3-4-е сутки после выхода из иммерсионной ванны. Достоверных изменений КуМС в ходе эксперимента не наблюдалось. Это означает, что и в эксперименте «сухая горизонтальная иммерсия» слежение рукой точнее, чем слежение глазами.

Сопоставление результатов, полученных у космонавтов после длительного космического полета, с результатами иммерсионного эксперимента, показало схожесть характера изменений исследуемых показателей ЗМС, что свидетельствует о достаточной адекватности иммерсионной модели.

### **ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ СИМПТОМОВ ГОЛОВОКРУЖЕНИЯ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ВЕСТИБУЛОПАТИЙ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА**

**Корнилова Л.Н., Екимовский Г.А., Хабарова Е.В., Глухих Д.О., Наумов И.А., Филатова Е.Г.,  
Фёдорова В.И.**

Лаборатории вестибулярной физиологии ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН

Создан комплексный компьютерный метод объективизации системных и несистемных головокружений и дифференциации вестибулопатий разного генеза у отдельных индивидуумов, методом электроокулографии при помощи аппаратно-программного комплекса (АПК) «ОКУЛОСТИМ-КМ», регистрировались спонтанные и вестибуло-зрительно индуцированные движения глаз с последующим дискриминантным анализом полученных показателей. В исследовании приняло участие 69 пациентов, предъявляющих жалобы на периодические головокружения (ГК) и нарушения равновесия (НР), и 64 здоровых мужчин. После клинического обследования пациенты были разбиты на три группы: пациенты с периферической вестибулопатией (ВПер), пациенты с центральной вестибулопатией (ВЦен) и пациенты с психогенной вестибулопатией (ВПсих). Результаты статистической обработки исследуемых спонтанных, вестибулярно- и зрительно-индуцированных глазодвигательных реакций у 3-х групп пациентов и группы здоровых субъектов показали, что для ВПер характерны повышенная вестибулярная реактивность (ВР) и близкие к норме показатели следящей функции глаз. Для больных ВЦен и ВПсих показатели вестибулярной реактивности были близки к норме. Показателей зрительного слежения - в группах ВЦен и ВПсих были достоверно хуже, чем у больных с ВПер. Дополнительная зрительная стимуляция (РОКС) резко ухудшала все исследуемые показатели зрительного слежения у больных ВПер и ВЦен, но в случае с ВПсих показатели зрительного слежения значимо улучшались. Сопоставление показателей фиксационных саккад

и плавного слежения в отсутствие и на фоне РОКС показало значимость этого приёма для дифференциации ВПсих от органических вестибулопатий, то есть, по сути, позволяет рассматривать РОКС как дифференциально-диагностический инструмент. Чтобы определить принадлежность обследуемого к той или иной группе вестибулопатий в работе использовался метод математической статистики – дискриминантный анализ. Для валидизации предложенного метода были дополнительно обследованы на АПК «ОКУЛОСТИМ-КМ» 46 пациентов, чьи клинические диагнозы были известны по результатам нейровизуальных и клинико-инструментальных обследований с применением МРТ. При этом, на первом этапе с помощью дискриминантного анализа определялись группы индивидуумов с органическим (ВЦен и ВПер), с психогенным (ВПсих) поражением и здоровые. Затем в группе с органическим поражением вестибулярной системы проводилась дополнительная дифференциация индивидуумов с ВЦен и ВПер. Точность классификации для здоровых лиц составила 95,5%, для групп больных с органической вестибулопатией – 81,0%, для группы ВПсих точность классификации составила 70,8%. Проведенные исследования показали, что дискриминантный анализ даёт возможность отнести обследуемого с известным набором диагностических показателей, полученных с помощью АПК «ОКУЛОСТИМ-КМ», к той или иной группе больных вестибулопатией. В итоге были разработаны алгоритм и комплексный компьютерный метод для объективизации системных и несистемных ГК и предварительной дифференциальной диагностики типа вестибулопатии отдельного больного без привлечения дополнительных клинико-инструментальных средств обследования.

### **ВОЗМОЖНОСТИ ДИФФУЗИОННО-ВЗВЕШЕННОЙ МРТ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ВНУТРИУТРОБНОЙ И ПОСТНАТАЛЬНОЙ СТРУКТУРНОЙ ЗРЕЛОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА**

**Коростышевская А.М., Савелов А.А.**

ФГБУН Институт "Международный томографический центр" СОРАН, Новосибирск, Россия

В пренатальном и постнатальном периодах онтогенеза изменяется микроструктурная организация головного мозга вследствие активных процессов клеточной пролиферации и формирования сети нервных волокон в белом веществе и коре. До развития неинвазивных методов нейровизуализации, наше знание о развитии головного мозга опиралось на посмертные патоморфологические исследования, которые были ограничены отсутствием возможности анатомо-функциональных корреляций и определения стандартизированных нормативов. Современным неинвазивным инструментом изучения процессов миелинизации является диффузионно-взвешенная (ДВ-МРТ), которая основана на регистрации стохастического движения молекул воды в тканях, характеристики которого зависят от ряда факторов, включая содержание липидов и воды, соотношение межклеточной и внутриклеточной жидкости, а также клеточную плотность, в частности обусловленную количеством нейронов. Количественная оценка МР-диффузии производится путем определения абсолютного значения измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) на ИКД-картах, которые автоматически строятся на основе диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ), полученных с различными значениями b-фактора градиента магнитного поля.

Для определения количественных критериев структурной зрелости головного мозга у плодов и детей проведен ретроспективный анализ ДВ-МРТ, выполненной на 1,5 Т томографе 28 плодам (с 20 по 35 неделю гестации) и 41 ребенку (от 0 до 6 лет) с нормальным развитием головного мозга, по данным традиционной МРТ. Определяли абсолютное значение и стандартное отклонение ИКД в мосте, в симметричных участках гемисфер мозжечка, таламуса и белого вещества полушарий головного мозга. С увеличением срока пре- и постнатального развития выявлено статистически значимое снижение ИКД во всех исследованных отделах головного мозга. Кроме того, ИКД сохранялся значимо выше в белом веществе больших полушарий головного мозга, чем в таламусе, полушариях мозжечка и мосте, что с высокой точностью соответствует традиционным нейроанатомическим представлениям о структурном созревании мозга. Возрастное снижение диффузионных свойств различных отделов головного мозга с сохранением характерного распределения ИКД в каудально-краниальном направлении отражает временно-пространственные закономерности структурного созревания мозга и может служить количественной оценкой степени зрелости головного мозга в процессе пре- и постнатального развития.

### **DIFFUSION WEIGHTED IMAGING IN PRE- AND POSTNATAL HUMAN BRAIN MATURATION DETERMINATION**

**Korostyshevskaya A. M., Savelov A. A.**

Institute "International Tomography Center" SB of AS, Novosibirsk, Russia

The microstructural organization of brain tissue is known to change considerably during pre- and postnatal development periods due to profound cellular proliferation and formation of neuronal networks in white and grey matter. Before the development of non-invasive brain imaging methods, our knowledge about human brain development was relying on post-mortem studies, which are intrinsically limited by the lack of anatomic-functional correlations and difficulties in ascertaining the absence of brain abnormalities. A modern approach to assess white matter maturation is diffusion-weighted imaging (DWI) which measures the stochastic motion of water molecules in tissues that is dependent on various factors including lipid and water content, extra- and intra-cellular water ratio, and cellular density, particularly due to the neuronal content. Quantification of MR diffusion is performed by determining the absolute value of the apparent diffusion coefficient (ADC) on ADC maps that are automatically generated from a series of diffusion-weighted images obtained with different values of the b-value of magnetic field gradient.

To characterize the pre- and postnatal maturation of different brain structures, the retrospective quantitative analysis of DWI data obtained on a clinical 1.5 T MRI scanner was performed for 28 fetuses (20–35 weeks of gestation) and 41 kids (from 0 to 6 years old) without any brain abnormalities identified by conventional MRI. ADC values were measured on ADC maps in regions-of-interest corresponding to the pons, bilateral portions of the thalamus, cerebral hemispheres, and cerebellum. A significant trend of a decrease of ADC during normal

pre- and postnatal brain development was found for all measured brain structures. Besides, ADC values were higher in white matter of the cerebral hemispheres compared with those in the thalamus, cerebellar hemispheres and the pons, thus accurately representing the topographic properties of structural perinatal brain maturation according to traditional neuroanatomical concepts. Age-dependent decrease of diffusion in various brain regions with preservation of a characteristic cranial-caudal ADC distribution reflect spatiotemporal patterns of brain maturation and can be used for the quantitative assessment of brain maturation during both pre- and postnatal periods.

## **ГИБРИДНЫЙ ИМК НА ОСНОВЕ РЕГИСТРАЦИИ ЭЭГ И БИКС. ОПЫТ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУХ СИСТЕМ ПОЛУЧЕНИЯ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

**Коршаков А.В.**

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Российская Федерация, korshakov\_av@mail.ru

Прогресс в области технологий реабилитации, протезирования и робототехники позволяет говорить о необходимости построения более эффективных методов контроля процессов управления ассистивными актуаторами. Одной из технологий такого контроля является ИМК, основанный на регистрации паттернов активности двигательных зон коры головного мозга.

В данной работе обсуждается гибридный ИМК, основанный на регистрации ЭЭГ, а также регистрации гемодинамики коры головного мозга, с использованием спектрометра ближнего инфракрасного диапазона или БИКС (NIRS).

Следует отметить высокую «вариабельность» каналов БИКС (дающих информацию эквивалентную BOLD-ответу фМРТ) обусловленную, анатомическими особенностями испытуемых, это приводит к неодинаковому набору БИКС – каналов, дающих наибольший вклад в результат классификации паттернов активности, соответствующих различным ментальным задачам. Определённый набор БИКС – каналов, тем не менее, позволяет локализовать фокусы гемодинамической активности и, таким образом, благодаря взаимосвязи между ЭЭГ и БИКС, уточнить локализацию фокусов электроэнцефалографической активности, обусловленной выполнением ментальной задачи, что в свою очередь повышает точность работы всей системы.

Точность классификации является ключевым моментом во многих приложениях связанных с человеко-машинными интерфейсами. Универсального стандартного решения на все случаи жизни не может существовать, и необходима постоянная «поточная» коррекция или подстройка алгоритма классификатора для достижения устойчивых качественных результатов. Целевой функцией, в основе такой подстройки является анатомическая привязка и взаимосвязь двух различных по модальности каналов энцефалографии.

Совместное изучение электроэнцефалографической и гемодинамической активности, таким образом, позволяет повысить суммарную точность всей системы без потери временных характеристик. Примечательно также несущественное техническое усложнение системы регистрации [1].

### **Литература:**

1. Исаев М.Р., Оганесян В.В., Коршаков А.В. Системная значимость источников гемодинамической активности при выполнении целевых ментальных задач в приложениях типа ИМК. Нейронауки и благополучие общества: технологические, экономические, биомедицинские и гуманитарные аспекты: Сборник материалов конференции. М.: РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, 2015. – 149 стр.

## **HYBRID BCI, BASED ON EEG AND NIRS RECORDINGS. TWO SYSTEMS JOINT USAGE EXPERIMENT FOR NEURO-PHYSIOLOGIC DATA ACQUISITION**

**Korshakov A.V.**

Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU) Moscow, Russian Federation, korshakov\_av@mail.ru

Recent progress developed in rehabilitation technology, prosthetics and robotics leads us to conclude to speak for necessity of building more effective methods of assistive actuators control processes. One kind of such control devices or technologies is Brain-Computer Interface or BCI, based on human motor cortex activity patterns registration.

In this paper we discuss hybrid BCI which incorporates EEG and as well human motor cortex hemodynamics response registration. The last accomplished with usage of Near Infra-Red Spectrometer or "NIRS".

One must note high variability of NIRS channels (which producing information similar to fMRI BOLD-response). Such variability partially conditioned by anatomical issues of each subject individual. This yields unequal composition of NIRS-channels which produces biggest contribution to hemodynamic activity pattern classification result corresponding to a variety of mental tasks. A certain set of NIRS-channels, nevertheless allows to localize time and spatial points of hemodynamic activity with acceptable accuracy, and thus due to interrelation of EEG and NIRS, allows to improve localization of electroencephalographic activity points, induced by mental task performance. This chain of events promotes accuracy of entire BCI system.

Classification accuracy is a key feature in almost all applications somehow related to Human-Machine interactions. Universal and standard "out of the box" solution does not exist and so we need constant "in-the-fly" correction or fine tuning of classification algorithm in order to achieve quality results. For decision function, lies in the basement of such tuning or machine learning we select binding to anatomical features and interrelation of two different by modality "channels" of encephalography.

Thus joint study of electroencephalography and hemodynamic activity allows us to increase overall accuracy of hybrid BCI system without sufficient response-time increasing. In addition we must state Insignificant increasing in technical sophistication of BCI system [1].



## References:

1. Исаев М.Р., Оганесян В.В., Коршаков А.В. Системная значимость источников гемодинамической активности при выполнении целевых ментальных задач в приложениях типа ИМК. Нейронауки и благополучие общества: технологические, экономические, биомедицинские и гуманитарные аспекты: Сборник материалов конференции. М.: РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, 2015. – 149 стр.

## **ОБУЧАЮЩАЯСЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ** **Коршунов В.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия  
vkorshunov@ihna.ru

Предполагается, что в основе кратковременной памяти лежат устойчивые осцилляции в нейронной сети, управляющей поведением. Нейронная сеть управляет аниматом в виде организма, живущего в среде. Нейронная сеть имеет входы от внешней среды и от «организма» анимата и выходы, управляющие его поведением в среде. Внешние по отношению к нейронной сети стимулы можно подразделить на индифферентные и витальные. Предполагается, что к индифферентным стимулам сеть может «привыкнуть» и перестать реагировать, сформировав устойчивое состояние. Входы от витальных стимулов таковы, что они разрушают в сети устойчивые состояния, поэтому сеть непрерывно меняется, заставляя анимат совершать действия в среде. Нейронная сеть сохраняет неустойчивость, пока анимат не устранил витальный стимул. В обучении используется Павловский принцип замены стимула. При сочетании индифферентного и витального стимулов сеть неустойчива, пока управляемый ей анимат не найдет реакции, устраняющей витальный стимул. Поскольку устранение витального стимула возвращает сеть устойчивости на фоне действия индифферентного стимула, сеть запоминает это состояние в виде устойчивой осцилляции и при повторном предъявлении того же индифферентного стимула анимат повторяет адекватную реакцию, избегая наступления стимула витального. Нейронная сеть способна вырабатывать как наличные, так и отставленные и следовые условные рефлексы, а также рефлексы второго, третьего и т.д. порядков, вырабатываемые как путем наращивания, так и вклинивания. Сеть способна переучиваться при изменениях, как условий среды, так и собственной периферии (анастомозы Анохина, очки Стреттона).

## **LEARNING NETWORK ON THE BASE OF DYNAMIC PROCESSES** **Victor A. Korshunov.**

Institution of Russian Academy of Sciences Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS,  
Moscow, Russia, vkorshunov@ihna.ru

It is suggested that a stable oscillations in neuronal network underlie the short-time memory storage. The neuronal network drives a simple "organism" living in surrounding. Stimuli from the surrounding and the "organism" itself may be divided into vital and indifferent ones. If the indifferent stimuli influence upon the network, it can habituate it by forming a stable state. On the contrary, the vital stimuli are organized in such way that they prevent the stability of the network, thus the network is permanently changes until the "organism" escape from the vital stimuli. Pavlovian conditioning is used for learning. Indifferent and vital stimuli are presented simultaneously; thus the network is unstable until the "organism" escapes the vital stimulus. When the vital stimulus is removed, the network can find the stable state with the influence of indifferent stimulus, and remember this state in the manner of a stable oscillation. If the same indifferent stimulus is presented, the "organism" repeats the adequate reaction to avoid the vital stimulus. The neuronal network can learn different kinds of conditioning reflexes, relearns if the surrounding is changed, and also can form correct reactions if the sensor or motor periphery was changed (Anokhin's anastomosis, Stretton's glasses).

## **НЕЛИНЕЙНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ В ОНКОЛОГИИ** **Корытова Л.И.<sup>1</sup>, Корытов О.В.<sup>1</sup>, Рыбина Л.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение Российский научный центр радиологии и хирургических технологий МЗ РФ, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; [prof-korytova@mail.ru](mailto:prof-korytova@mail.ru);  
[L.a.rybina@yandex.ru](mailto:L.a.rybina@yandex.ru)

В настоящее время медицинская общественность обеспокоена низкой эффективностью фармакологической коррекции широкого круга заболеваний и развитием множественных побочных реакций даже при применении новых и дорогостоящих фармакологических препаратов. Причина кроется в развитии и массовом применении старых энергозатратных технологий, в устойчивости «линейного» мышления и линеаризации при разработки новых методик лечения «болезней века», в том числе, онкологических. Но современная ситуация диктует необходимость сочетания уже известных специфических методик лечения с внедрением новых технологий, позволяющих обеспечить повышение адаптационных возможностей организма пациентов для сохранения и продления их жизни. Организм – сложная открытая саморегулирующаяся нелинейная система. В связи с изменением взгляда на биологические процессы, как процессы нелинейного характера, возникла необходимость разработки и новых нелинейных методов воздействия и развития резонансных технологий, в том числе с применением физических факторов.

В докладе будут представлены результаты использования нелинейных резонансных звуковых и КВЧ воздействий, минимизирующих последствие стрессогенной ситуации. Звуковое воздействие осуществлялось посредством музыкального фрагмента нелинейно модулированного в рамках одного или нескольких диапазонов ЭЭГ. Временные интервалы, в течение которых ритмы менялись по частоте в

пределах выявленного резонансно эффективного диапазона были переменными и менялись в соответствии с найденным автором (А.И.Громов) математическим выражением нелинейной частотной модуляции биологических ритмов. Спектральный и нейродинамический анализ кардиосигнала выявил значимое возрастание показателей центральной регуляции, психофизического состояния, функционального состояния организма. В ЭЭГ также были отмечены значимые изменения: возрастание мощности альфа активности и падение мощности медленноволновой и бета активности, что сопровождалось положительными сдвигами в состоянии пациентов и положительно сказалось на переносимости химио- и лучевой терапии. КВЧ воздействие осуществлялось с помощью полупроводникового прибора «Гармонизатор» модели CGI, разработанного группой ученых — специалистов Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета и Национального института здоровья при поддержке компании «СЕММЕД». Благодаря новой биомедицинской технологии – «BioTrEM» -, впервые создан прибор, обладающий индивидуальной подстройкой под биологический объект и окружающую среду. В результате работы прибора происходит синхронизация различных систем внутри организма и его связи с окружающей средой. «Гармонизатор» обеспечивает дистанционное воздействие, оказываемое циклическим чередованием импульсного КВЧ излучения в диапазоне 43-44 Гц, модулированного частотой 4-12 Гц, и переменного магнитного поля в течение 30 минут. При «курсовом» воздействии КВЧ (2 раза в день в течение 21 дня) регистрировалось достоверное снижение мощности в дельта диапазоне при одновременном возрастании мощности в альфа диапазоне ЭЭГ, а также восстановление веретенообразной модуляции альфа волн по амплитуде и региональных различий подтверждают антистрессорный и седативный эффект действия миллиметровых волн.

Используемое звуковое, и КВЧ воздействия относятся к резонансным, то есть к ресурсосберегающим физиологически адекватным методам коррекции, что особенно важно для онкологических больных с исходно сниженными ресурсными возможностями. Реабилитация онкологических больных при функционально-щадящем и комплексном лечении – многоступенчатый процесс, содержащий несколько важнейших компонентов: реконструктивно-пластический, ортопедический, антистрессорный, социально-трудовой. Процесс реабилитации должен носить непрерывный последовательный характер. Только тогда можно добиться успеха в восстановлении участия онкологического больного в активной жизни.

#### **NONLINEAR EXPOSURE MODALITIES IN ONCOLOGY**

<sup>1</sup>Korytova L.I.; <sup>1</sup>Korytov O.V.; <sup>2</sup>Rybina L.A.

<sup>1</sup> Federal Publicly Funded Institution Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies under the Ministry of Public Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia; <sup>2</sup> Federal Publicly Funded Institution Pavlov Institute of Physiology under the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia;  
[prof-korytova@mail.ru](mailto:prof-korytova@mail.ru); [L.a.rybina@yandex.ru](mailto:L.a.rybina@yandex.ru)

Nowadays the medical community is concerned about the low efficiency of pharmacological correction of a wide range of diseases and the development of multiple by-reactions even where up-to-date and expensive drugs are administered. The key reason lies in the development and large-scale application of obsolete energy-intensive technologies, the persistence of "linear" thinking and linearization in the development of new modalities of treatment of "diseases of the century", oncological ones included. However the modern situation necessitates combining already known specific modalities of treatment with introduction of new technologies ensuring increase in the adaptive capabilities of a patient's organism in order to conserve and prolong his or her life. An organism is a complex open self-regulated nonlinear system. Because of change in the view of biological processes as those of a nonlinear nature, a demand has arisen for both development of new nonlinear exposure modalities and development of resonance technologies, including those making use of physical factors. The paper is going to present the effects of use of nonlinear resonance sound and EM radiation (mm-range) exposures to minimize the aftereffect of a stressful situation. Sound exposure was implemented using a piece of music nonlinearly modulated within one or more EEG bands. The time intervals during which rhythms were changing in frequency within the revealed resonance-efficient band were varying according to the mathematical expression of nonlinear frequency modulation of biological rhythms found by the author (A.I. Gromov). The spectral and neurodynamic analysis of the heart signal revealed a significant increase in the indices of central regulation, psychophysical condition, functional condition of the organism. Significant changes were also detected as regards the EEG: an increase in the intensity of alpha activity and a fall in the intensity of slow-wave and beta activity, which was accompanied by positive shifts in the condition of patients and had a positive impact on tolerance to chemo- and radiotherapy. EM radiation exposure was implemented using a semiconductor device called "The Harmonizer", model CGI, developed by a team of researchers from St. Petersburg State Electrotechnical University and the National Health Institute with the support of SEMMED Company. A new biomedical technology called BioTrEM has allowed a pioneering device, patient-specifically adaptable to a biological object and environment, to be created. The operation of the device results in synchronization of various systems inside the organism and its connection with the environment. "The Harmonizer" provides distant exposure rendered by cyclic alternation of pulse EHF radiation over the band of 43-44 Hz, modulated by the frequency of 4-12 Hz, and a variable magnetic field during 30 minutes. Recorded under a "course" of EM radiation exposure (twice a day during 21 days) was a trustworthy decrease in the intensity over the delta band with a simultaneous increase in the intensity over the alpha band of the EEG, the restoration of fusiform amplitude modulation of alpha waves and regional differences proving an antistress effect and sedation of millimeter waves. The sound and EHF exposures used are classified among resonance, i.e. resource-saving, physiologically adequate modalities of correction, which is especially important for oncological patients with inherently lowered resource capabilities. Rehabilitation of oncological patients under function-sparing and combination treatment is a multistage process containing several major components: reconstructive-surgical, orthopedic, antistress, socio-occupational. The rehabilitation process should be of a continuously consecutive nature. This is the only way to succeed in restoration of an oncological patient to pro-active life.

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ СОКРАТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА У ЧЕЛОВЕКА К ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОМУ КОСМИЧЕСКОМУ ПОЛЕТУ

Коряк Ю.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН», Москва, РОССИЯ; [yurikoryak@mail.ru](mailto:yurikoryak@mail.ru)

Сохранение механической продукции мышцы, по-видимому, зависит от гравитационной нагрузки и, когда этот фактор удален, то в первую очередь изменения сократительных функций и «слабость» мышц отмечаются в разгибателях бедра и особенно стопы, будучи антигравитационных мышцах главными локомоторными мышцами человека. Устранение гравитации (космический полет, иммерсия, постельный режим, вывешивании конечности) и возникающие изменения в функциях мышц крайне сложны и многочисленны исследования поддерживают эту концепцию. При неупотреблении в условиях *in vivo* отмечается изменение эластических свойств мышц (Heerkens et al., 1986), снижение жесткости и продолжительный механический гистерезис сухожилий мышц (Matsumoto et al., 2003; Kubo et al., 2004; Reeves et al., 2005; Maganaris et al., 2006). Поэтому с функциональной точки зрения, по-видимому, целесообразно одновременно рассматривать мышечную и сухожильную адаптацию к разгрузке, чтобы исследовать причины потери сократительной функции мышц при разгрузке. Цель настоящего исследования состояла в том, чтобы, во-первых, исследовать изменения в сократительных характеристиках трехглавой мышцы голени (ТМГ) у человека после определить—продолжительного космического полета (КП) и, вторая цель изменяется ли жесткость мышц у человека после продолжительного КП. Исследовали влияние продолжительного пребывания в условиях невесомости на механические свойства и электромеханическую задержку (ЭМЗ) трехглавой мышцы голени (ТМГ) у группы космонавтов-мужчин (n=7) возрастом между 43 и 54 лет участников основных экипажей в полетах на Орбитальной станции 30.5±«МИР». Длительность космической миссии составляла в среднем 213.0 суток. Все экспериментальные процедуры были выполнены в соответствии с Хельсинской Декларацией 1975 г. Механические свойства ТМГ оценивали за ~30 дней до КП на ~3-5 сутки после его окончания. Максимальную произвольную силу (МПС), силу одиночного сокращения (Рос) и максимальную силу (Ро) в ответ на одиночное и тетаническое ритмическое (частота 150 имп/с) электрическое раздражение п. tibialis (Коряк, 1978) регистрировали методом тендометрии (Коц и др., 1976) тендометрическим динамометром (Коряк, 1976). Рассчитывали: силовую дефицит (Рд), как дельта между Ро и МПС, тетанический индекс (ТИ), как отношение Рос/Ро, а также время одиночного сокращения (ВОС), время полурасслабления (1/2 ПР), время достижения до уровня 25, 50, 75 и 90 % от максимума при произвольном и электрически вызванном сокращении. ЭМЗ регистрировали во время произвольного и непроизвольного (электрически вызванного) сокращения ТМГ. В ответ на световой сигнал космонавт выполнял произвольное подошвенное сгибание при условии «сократить как можно быстро и сильно» и определяли общее время реакции (ОВР), премоторное время (ПМВ) и моторное время, или иначе ЭМЗ, а в ответ на одиночное электрическое раздражение п. tibialis определяли латентный период между М-ответом и началом развития Рос. После полета Рос, МПС и Ро уменьшились на 14.8, 41.7 и 25.6 %, соответственно. Величина Рд и ТИ увеличилась на 49.7 и 46.7 %, соответственно. ВОС увеличилось на 7.7 %, а время 1/2 ПР на 20.6 %. Время развития произвольного изометрического—уменьшилось сокращения значительно увеличилось, тогда как электрически вызванного сокращения не обнаружило существенных различий. ЭМЗ при произвольном сокращении увеличилась на 34.1 %, а ПМВ и ОВР уменьшились на 19.0 и 14.1 %, соответственно, тогда как ЭМЗ электрически вызванного сокращения существенно не изменилась. Таким образом, механические изменения предполагают, что невесомость изменяет не только периферические процессы, связанные с сокращениями, но изменяет также и центральную-нервную команду. ЭМЗ при вызванном одиночном сокращении простой и быстрый метод оценки изменения жесткости мышцы. Более того, ЭМЗ при вызванном одиночном сокращении мышцы может служить показателем функционального состояния нервно-мышечного аппарата, а соотношение ЭМЗ при произвольном и вызванном сокращениях показателем функционального состояния центральной нервной системы.

## INFLUENCE OF LONG-TERM SPACEFLIGHT ON MECHANICAL PROPERTIES OF THE HUMAN TRICEPS SURAE MUSCLE: ELECTROMECHANICAL DELAY AND MUSCULO-TENDINOUS STIFFNESS

Koryak Yu.A.

Institute of Biomedical Problems, Moscow, RUSSIA; E-mail: [yurikoryak@mail.ru](mailto:yurikoryak@mail.ru)

A number of studies have documented that the microgravity environment encountered during spaceflight or simulated by using models of weightlessness induces alterations in skeletal muscle function (Edgerton, Roy, 1996). In humans, loss of muscle mass and force has been reported after spaceflight or prolonged bed rest (Dudley et al., 1992). On the other hand, the study of changes in the stiffness of the muscular system of man after exposure to weightlessness are extremely important. Muscle and joint stiffness are important parameters for movement control because their value determines the resistance to an external perturbation. Furthermore, muscle stiffness can be modulated through changes in neural activation (Kirsch et al., 1994). The clinical literature indicates that disuse induces an increase in muscle and joint stiffness and a decrease in the range of motion (Akeson et al., 1987). This may make normal movement more difficult and may alter neuromuscular performance because stiffness governs the mechanics of the interaction between the musculoskeletal system and the external environment. If such changes occur during spaceflight, daily work in a space station could become critical. The primary goal of the present work was to use single muscle to determine whether mechanisms of human muscle contraction were affected by prolonged spaceflight, and the second aim of the present work was to determine whether stiffness properties of human muscle were modified after a long-term spaceflight. The influence of long-term (over 120 days) spaceflight on the mechanical properties and electromechanical delay (EMD) of the triceps surae muscle (TS) was studied on 7 cosmonauts before (-30 day) and on the third day after they returned to the Earth. All procedures used in this study were in conformity with the Declaration of Helsinki and approval for the project was obtained from the

local ethics committee. The TS mechanical properties were evaluated based on the following indicators: maximal voluntary contraction (MVC), maximal strength (Po; frequency 150 Hz), peak twitch force (Poc), time-to-peak tension (TPT), half-relaxation time (1/2RT) and tension development time to reach 25, 50, 75 and 90 % of maximal tension. Force deficit (Pd) and tetanic index (TI) were estimated. In response to a visual signal, the cosmonaut was supposed to make a voluntary foot flexion, with the instruction to exert the fastest and greatest tension. Surface electrodes sensed electromyographic activity in the soleus muscle. EMD measurements were recorded from each subject during voluntary and involuntary contraction Total reaction time (TRT), premotor time (PMR) and motor time or EMD were determined. In response to a supramaximal single electrical pulses (1 ms) applied to the posterior tibial nerve, the latent period between the M-wave and Poc beginning was determined. After space missions, Poc, MVC and Po decreased by 14.8, 41.7 and 25.6 %, respectively, while Pd and TI increased by 49.7 and 46.7 %, respectively. TPT increased by 7.7 %, while 1/2 RT decreased by 20.6 %. The rate of development of muscle tension voluntary contraction significantly increased, while the rate of development of electrically evoked contraction did not show any significant differences. The voluntary contraction EMD increased by 34.1 %; PMR decreased by 19.0 %, and TRT decreased by 14.1 %. The EMD time of electrically evoked contraction did not significantly change. Thus, the mechanical changes suggest that weightlessness changes not only the peripheral processes associated with contractions but also the central and neural command. With evoked twitch contraction, EMD is a simple and quick method for evaluation of muscle stiffness changes. Moreover, with evoked twitch contractions, EMD can serve as an indicator of the functional condition of the neuromuscular system, whereas the relationship between the EMD time with voluntary and evoked contractions can be an indicator of the functional condition of the central nervous system.

**ВЛИЯНИЕ МЕЛАТОНИНА НА TSPO-МОДЕЛИРУЕМУЮ РЕГУЛЯЦИЮ МРТП**  
**Крестинина О.В.<sup>1</sup>, Одинокова И.В.<sup>1</sup>, Бабурин Ю.Л.<sup>1</sup>, Крестинин Р.Р.<sup>2</sup>, Азарашвили Т.С.<sup>1</sup>**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук, Пущино 142290 Пущино, Московской обл.; факс: (4967)33-0553, электронная почта: ovkres@mail.ru

<sup>2</sup> Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 125049, Москва, Миусская пл., 9

Мелатонин является гормоном, вырабатываемый шишковидной железой или эпифизом, где фермент триптофангидроксилаза преобразует аминокислоту триптофан в 5 окситриптофан. Мелатонин является липофильной молекулой, которая проникает через клеточные мембраны, легко достигая субклеточных структур. Многие из полезных эффектов хронического введения мелатонина может зависеть от его действия на митохондрии. Высокие концентрации мелатонина были обнаружены в митохондриях. На самом деле, все больше доказательств в отношении мелатонин-митохондриального взаимодействия включает в себя анти-апоптотических свойства индоламина за счет взаимодействия с порой неспецифической проницаемости (mitochondrial permeability transition pore).

Предполагается, что микромолярные концентрации мелатонина и связанные с ним индоламины могут ингибировать активность аденилатциклазы через бензодиазепиновый рецептор (TSPO – транслокаторный белок, являющийся предполагаемым компонентом мРТП), который отличается от физиологического высоким сродством рецепторов мелатонина. CNPазы – миелиновый белок, идентифицированный в нашей лаборатории как 2',3' – циклонуклеотид-3'-фосфодиэстераза участвует в регуляции мРТП. Субстратами CNPазы является 2',3'-сAMP и 2',3'-сNADP. И TSPO, и CNP ко-локализуются с VDAC и способны модулировать его функцию (через лиганды в случае TSPO).

В настоящей работе было исследовано набухание митохондрий в отсутствие и в присутствии лигандов транслокаторного белка (TSPO таких как PK11195 и PPIX), а также изменение содержания белков (CNP, VDAC, TSPO) в присутствии и отсутствии лигандов TSPO, в митохондриях при хроническом введении мелатонина крысам разного возраста. Ускорение набухания предполагает активацию открытия неспецифической поры митохондрий, мелатонин предотвращал действие лиганда PK11195 как в митохондриях молодых, так и старых крыс. В присутствии другого лиганда TSPO, 5 мкМ PPIX, наблюдали ускорение набухания. Мелатонин снижал содержание CNPазы в митохондриях молодых крыс и увеличивал в старых. Аналогичные изменения содержания VDAC и TSPO наблюдались в исследуемых условиях.

*Работа поддержана грантом РФФИ №№16-04-00927, 14-04-00625 и мегагрантом Правительства Российской Федерации №14.Z50.0028.*

**INFLUENCE OF MELATONIN TO TSPO-MODULATED REGULATION OF MITOCHONDRIAL PERMEABILITY TRANSITION PORE**

**Krestinina O.V.<sup>1</sup>, Odinokova I.V.<sup>1</sup>, Baburina Yu.L.<sup>1</sup>, Krestinin R.R.<sup>2</sup>, Azarashvili T.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Theoretical and Experimental Biophysics RAS, Pushchino, Moscow region, Russia, [ovkres@mail.ru](mailto:ovkres@mail.ru)  
<sup>2</sup> D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya sq. 9, 125047 Moscow, Russia

Melatonin is a hormone produced especially by the pineal gland or epiphysis, where the enzyme tryptophan hydroxylase converts the amino acid tryptophan to 5-hydroxytryptophan. Melatonin is a highly lipophilic molecule that penetrates cell membranes, easily reaching the subcellular structures. Many of the beneficial effects of melatonin administration may depend on its action on the mitochondria. High concentrations of melatonin were found in mitochondria. In fact, increasing evidence for a melatonin-mitochondria relationship includes the antiapoptotic properties of indoleamine through its interaction with mPTP (mitochondrial permeability transition pore). It was suggested that micromolar concentrations of melatonin and related indoleamines could inhibit adenylate cyclase activity via benzodiazepine receptors, which are quite distinct from the physiological high-affinity receptors for melatonin. CNPase – myelin protein identified in our laboratory as 2', 3' – cyclonucleotide-3'-phosphodiesterase involved in the regulation of mPTP, CNPase substrates is 2', 3'-cAMP and 2', 3'-cNADP. TSPO, and CNP co-localize with VDAC and modulate its function (in the case of ligands through TSPO).

In this work, we investigated mitochondrial swelling in the presence and absence of TSPO ligands such as RK11195 and PPIX and the content of the studied proteins (CNP, VDAC, TSPO) in the presence and absence of TSPO ligands in mitochondria during chronic administration of melatonin in rats of different ages. Acceleration swelling proposes the activation of mitochondrial nonspecific pore opening, melatonin prevented the effect of the ligand, RK11195, in the mitochondria of young and old rats. In the presence of another ligand of TSPO, 5  $\mu$ M PPIX, observed acceleration of swelling. Melatonin reduced CNP content of mitochondria in young rats and increases in old ones. Similar changes VDAC and TSPO contents observed in the conditions.

*The study was supported by grant RFBR №№16-04-00927, 14-04-00625 and mega-grant of the Government of the Russian Federation №14.Z50.0028.*

### **Na,K-ATФаза И ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ**

**Кривой И.И.**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; iikrivoi@gmail.com

Обзор литературных данных и результатов собственных исследований. Na,K-ATФаза – один из наиболее распространенных интегральных белков плазматической мембраны животных клеток, который поддерживает градиенты концентраций ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ , обеспечивая электрогенез клетки, ее возбудимость, а также ряд других транспортных механизмов. Na,K-ATФаза состоит из субъединиц альфа и бета, а также регуляторной субъединицы FXYD. Альфа-субъединица выполняет каталитическую и транспортную функции. Для тканей позвоночных известны четыре изоформы альфа-субъединицы Na,K-ATФазы. Предполагается, что основную насосную функцию выполняет изоформа альфа1, тогда как другие изоформы, экспрессируемые тканеспецифично, выполняют дополнительную регуляторную функцию, которая изучена недостаточно. Основное количество Na,K-ATФазы у позвоночных сосредоточено в скелетных мышцах, в которых экспрессируются альфа1 и альфа2 изоформы Na,K-ATФазы. Активность Na,K-ATФазы критически важна для поддержания электрогенеза, возбудимости и сократительной функции скелетных мышц. Хотя содержание альфа2 изоформы Na,K-ATФазы в скелетных мышцах высоко, ее физиологическая роль и механизмы регуляции во многом остаются неясными и в настоящее время интенсивно исследуются. Нормальное функционирование скелетных мышц чрезвычайно важно для поддержания здорового образа жизни и уровень Na,K-ATФазы существенно зависит от двигательной нагрузки. Мышечная активность сопровождается увеличением количества Na,K-ATФазы и, по ряду данных, по-разному влияет на альфа1 и альфа2 изоформы фермента. Функциональная разгрузка (неиспользование) скелетной мышцы приводит к потере мышечной массы, ослаблению сократительной функции и атрофии. Вопрос, вызывает ли разгрузка скелетной мышцы изоформ-специфические изменения функционирования Na,K-ATФазы, только начинает изучаться. Вывешивание задних конечностей грызунов широко применяется как модель функциональной и гравитационной разгрузки, которая вызывает атрофию постуральных скелетных мышц. По последним данным (Kravtsova et al. J. Gen. Physiology, 2016. 147: 175-188), даже кратковременная (6 – 12 час) разгрузка специфически влияет на электрогенную активность, уровень белка и экспрессию мРНК альфа2 изоформы Na,K-ATФазы в *m. soleus* крысы и сопровождается деполаризацией мышечной мембраны. При этом снижение активности альфа2 изоформы Na,K-ATФазы не связано с изменением уровня белка и экспрессии мРНК, нарушением локализации в мембране или взаимодействия с никотиновыми холинорецепторами, а обусловлено подавлением именно функциональной активности этой изоформы. Функционирование альфа2 изоформы во внесинаптической мембране зависит только от двигательной нагрузки и даже повышение уровня белка и экспрессии мРНК после 12 час вывешивания не могут восстановить ее активности. Напротив, постсинаптический пул альфа2 изоформы регулируется дополнительными факторами и способен к восстановлению активности даже в условиях разгрузки. Важно, что даже кратковременная редкая стимуляция двигательного нерва вызывает восстановление функционирования обоих пулов альфа2 изоформы Na,K-ATФазы. Эти данные показывают, что функционирование альфа2 изоформы Na,K-ATФазы в скелетной мышце строго зависит от двигательной активности и что пост- и внесинаптический пулы фермента регулируются по-разному.

*Работа поддержана грантом РФФИ #16-04-00562а, а также НИР СПбГУ #1.38.231.2014.*

### **Na,K-ATPase AND MOTOR ACTIVITY**

**Krivoi I.I.**

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia; iikrivoi@gmail.com

A present review is devoted to the analysis of literature data and results of our own research. The Na,K-ATPase is an ubiquitous plasma membrane integral protein detected in all types of animal cells. The Na,K-ATPase maintains the steep  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$  gradients across the cell plasma membrane that generate the resting membrane potential, provide electrical excitability and furnish the driving force for numerous other transport mechanisms. The Na,K-ATPase composed of alpha and beta subunits as well as regulatory FXYD subunit. The alpha subunit is responsible for the catalytic and transport properties of the Na,K-ATPase. Four isoforms of the alpha subunit are known to exist in tissues of vertebrates. It is generally accepted that the ubiquitous alpha1 isoform plays the main "house-keeping" role while the other isoforms expressing in a cell- and tissue-specific manner possess additional regulatory functions that are still poorly understood. The largest pool of Na,K-ATPase in a vertebrate's body is contained in the skeletal muscles where the alpha1 and alpha2 isoforms of alpha-subunit are expressed. The Na,K-ATPase is critically important for electrogenesis, excitability and contractility of skeletal muscle. Although the alpha2 isoform is expressed in high abundance in skeletal muscle, the functional role and mechanisms of regulation of this isoform remain unclear and are now being intensively investigated. Skeletal muscle functioning is essential for health and survival and it is well known that content of Na,K-ATPase strongly depends on skeletal muscle motor activity: muscle activity increases Na,K-pump abundance while inactivity decreases it. Some data indicates that increased motor activity differently regulates alpha1 and alpha2 isoforms of the Na,K-ATPase.

Mechanical unloading (disuse) of skeletal muscle leads to loss of muscle mass, wasting and progressive atrophy. Whether skeletal muscle disuse induces isoform-specific changes in Na,K-ATPase functioning remains unclear. Hindlimb suspension (HS) is a widely used animal model of muscle disuse and microgravity that leads to progressive atrophy of postural skeletal muscles. Latest data (Kravtsova et al. J. Gen. Physiology, 2016. 147: 175-188) indicates that even acute disuse (6 – 12 h of HS) dynamically and isoform-specifically regulates the electrogenic activity, protein, and mRNA content of Na,K-ATPase alpha2 isozyme in rat soleus muscle. The loss of alpha2 Na,K-ATPase activity results in reduced electrogenic pump transport and depolarized resting membrane potential. The decreased alpha2 Na,K-ATPase activity is caused by a decrease in enzyme activity rather than by altered protein and mRNA content, localization in the sarcolemma, or functional interaction with the nicotinic acetylcholine receptors. The loss of extrajunctional alpha2 Na,K-ATPase activity depends strongly on muscle use, and even the increased protein and mRNA content as well as enhanced alpha2 Na,K-ATPase abundance at this membrane region after 12 h of HS cannot counteract this sustained inhibition. In contrast, additional factors may regulate the subset of junctional alpha2 Na,K-ATPase pool that is able to recover during HS. Notably, acute, low-intensity muscle workload restores functioning of both alpha2 Na,K-ATPase pools. These results demonstrate that the alpha2 Na,K-ATPase in rat skeletal muscle is acutely regulated by motor activity and provide the first evidence that the junctional and extrajunctional pools of the alpha2 Na,K-ATPase are regulated differently.

*Supported by RFBR #16-04-00562a and St. Petersburg State University research grant #1.38.231.2014.*

### **ИЗМЕНЕНИЕ ЭЭГ-КОЛЕБАНИЙ ПРИ УСПЕШНОМ БИОУПРАВЛЕНИИ ПАРАМЕТРАМИ РИТМА СЕРДЦА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ СЕРОТОНИНА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ У ДЕВУШЕК ЗАПОЛЯРНОГО И ПРИПОЛЯРНОГО РАЙОНОВ СЕВЕРА**

**Кривоногова Е.В., Поскотнинова Л.В., Дёмин Д.Б.**

ФГБУН Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН, Архангельск, Россия, [elena200280@mail.ru](mailto:elena200280@mail.ru)

Цель работы – выявить характер изменения колебаний электроэнцефалограммы (ЭЭГ) при успешном биоуправлении параметрами ритма сердца в зависимости от уровня серотонина в периферической крови у девушек заполярных и приполярных территорий Севера. В обследовании приняли участие практически здоровые девушки 15-17 лет (N=75). Сеанс биоуправления проводили по методике Л.В. Поскотниновой и Ю.Н. Семенова (патент №2317771). Критерием успешности биоуправления было увеличение суммарной мощности спектра (TP, мс<sup>2</sup>) вариабельности ритма сердца и снижение индекса напряжения (SI). Мощность спектра ЭЭГ (CM) в диапазонах  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\theta$ - активности регистрировали с помощью электроэнцефалографа «Энцефалан» (Медиком, Таганрог). Уровень серотонина определяла в сыворотке крови методом иммуноферментного анализа с помощью набора "Serotonin ELISA" (Германия) Ставинская О.А. Нормативные значения уровня серотонина составили 80-450 нг/мл. Установлено, что уровень серотонина был выше у девушек заполярного района (ЗР), чем у девушек приполярного района (ПР), при этом в ПР в 30 % случаев был низкий уровень серотонина. В I группу вошли девушки ПР, у которых уровень серотонина был ниже 80 нг/мл – 59,2 (53,5;62,5) нг/мл, во II группу – девушки ПР с уровнем серотонина 151,4 (87,2;191,7) нг/мл, в III группу – девушки ЗР с уровнем серотонина 365,8 (287,3;427,2) нг/мл. У всех девушек отмечалось достоверное повышение TP и снижение SI. В I группе у девушек отмечалось снижение CM  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\theta$ - активности ЭЭГ. Во II группе у девушек наблюдалось повышение CM  $\alpha$  – активности ЭЭГ-колебаний в лобных отделах головного мозга F3 (p=0,0001), F4 (p=0,0001), в центральных (C4, p=0,0001), теменных (P4, p=0,02), височных (T6, p=0,001, T4, p=0,04) и передневисочных (F7, p=0,0001), повышение  $\beta$  – активности преимущественно справа (P4, p=0,001, C4, p=0,001, F4, p=0,0003, T4, p=0,01). У девушек III группы не выявлено значимых изменений CM ЭЭГ-колебаний. Таким образом, относительно низкая концентрация серотонина в крови отражается на силе сердечно-сосудистых афферентных входов в центральную нервную систему при биоуправлении и степени возбуждения нейронных структур мозга, вовлеченных в регуляцию ритма сердца, по-видимому, за счет относительного повышения норадренергической активности. Повышение активности норадренергических нейронов в области голубого пятна мозга приводит к снижению абсолютной спектральной мощности во всех диапазонах частот (Berridge C.W., Foote S.L., 1991). Повышение активности таламо-кортикальной системы сопровождается увеличением спектральной мощности альфа- и бета-активности ЭЭГ.

*Работа выполнена при частичной поддержке программы Президиума УрО РАН №15-15-4-9.*

### **EEG OSCILLATIONS AT SUCCESSFUL HEART RATE VARIABILITY BIOFEEDBACK SESSION DEPENDING ON SEROTONIN LEVELS IN THE SERUM IN GIRLS LIVING IN POLAR AND SUBPOLAR REGIONS**

**Krivoногоva E.V., Poskotinova L.V., Demin D.B.**

The Institute of Environmental Physiology, Ural Branch, RAS, Arkhangelsk, Russia, [elena200280@mail.ru](mailto:elena200280@mail.ru)

The aim was to identify the electroencephalography (EEG) changes in heart rate variability biofeedback (HRV BF) depending on the serotonin level in the peripheral blood in girls living in Polar and Subpolar regions of the Russian North. 75 healthy girls (15-17 years old) were attended in research. HRV BF once session was conducted by the method of L. Poskotinova and Yu.N. Semenov (patent №2317771). The increasing of HRV total spectral power (TP, mc<sup>2</sup>) and decreasing of stress-index (SI) were criteria for the HRV BF success. The EEG power spectrum (PS) in the alpha, beta and theta frequencies ranges was recorded using an electroencephalograph "Encephalan" (Medicom, Taganrog). A serotonin level is determined in serum by enzyme immunoassay using a set of "Serotonin ELISA" (Germany) by Stavinskaya O.A. Normative values of serotonin level reached 80-450 ng / ml. It was found that serotonin levels were higher in girls living in Polar region (PR) than girls from Subpolar region (SR), while in girls from PR in 30% of cases there was a low serotonin level. In the I group were included persons from SP whose serotonin levels were below 80 ng / mL – 59.2 (53.5; 62.5) ng / ml, in the II group – persons from SP with serotonin level 151.4 (87.2 ; 191.7) ng / ml, in the III group – persons from PR with 365.8 serotonin levels (287.3; 427.2) ng / ml. All the girls had a significant increasing of TP and decreasing of SI.

In girls from group I SM  $\alpha$ -,  $\beta$ - and  $\theta$ - EEG activity was decreased. In group II, there was an increase in girls SM  $\alpha$  – activity of EEG oscillations in the frontal brain regions F3 ( $p = 0,0001$ ), F4 ( $p = 0,0001$ ), in the central (C4,  $p = 0.0001$ ), parietal (P4,  $p = 0.02$ ), temporal (T6,  $p = 0.001$ , T4,  $p = 0.04$ ) and anterior temporal (F7,  $p = 0,0001$ ), increase in  $\beta$  – activity mainly on the right (P4,  $p = 0.001$ , C4,  $p = 0,001$ , F4,  $p = 0,0003$ , T4,  $p = 0,01$ ). In the girls group III CM significant changes EEG oscillations have been identified. Thus, a relatively low serotonin concentration of serum at HRV BF reflected on the strength of cardiovascular afferent input to the central nervous system and the degree of excitation neuronal structures of the brain involved in regulating heart rate, apparently due to the relative increase noradrenergic activity. The increased activity of noradrenergic neurons in the n. ceruleus of the brain is accompanied by reduce the PS in all frequency EEG-bands (Berridge C.W., Foote S.L., 1991). Increased activity thalamus-cortical system is accompanied by an increase in spectral power of the alpha and beta EEG-activity.

*This work was supported in part by a program of the UB RAS Presidium №15-15-4-9.*

**ВЛИЯНИЕ Г-КСФ НА ПОВЕДЕНИЕ И ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АУДИОГЕННОГО СУДОРОЖНОГО ПРИПАДКА КРЫС ЛИНИИ КРУШИНСКОГО-МОЛОДКИНОЙ ПРИ ОДНОКРАТНОМ ВНУТРИВЕННОМ ВВЕДЕНИИ**  
**Кривопалов С.А., Юшков Б.Г.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт иммунологии и физиологии  
Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Свердловская обл., Россия;  
s.krivopalov@gmail.com

Известно, что цитокины иммунокомпетентных тканей, являясь важными регуляторами функционального состояния органов иммуногенеза, играют ключевую роль в организации неиммунологических функций организма, в том числе при патологии центральной нервной системы (ЦНС). Для модуляции функционального состояния ЦНС могут быть использованы полипептидные цитокины, в частности гранулоцитарного колониестимулирующего фактора (Г-КСФ), который обладает доказанным действием на ЦНС – стимулирует нейрогенез, увеличивает нейропластичность и противодействует апоптозу.

Открытие рецепторов к Г-КСФ на поверхности нервных клеток в определенных зонах головного мозга дает основание предполагать непосредственное действие колониестимулирующего фактора на функции ЦНС как в норме, так и при патологии.

Главной целью настоящего исследования являлось изучение действия Г-КСФ на поведение и временные характеристики припадка у самцов и самок крыс линии КМ (модель аудиогенной эпилепсии) при однократном внутривенном введении.

Исследование выполнено на крысах линии Крушинского-Молодкиной (КМ) обоего пола. Возраст животных варьировал от 3 до 6 месяцев, масса самцов от 250 до 350 г, масса самок от 200 до 300 г. Оценка поведения животных (тест «открытое поле») и предрасположенности к аудиогенным судорогам производилась за неделю перед введением, через 6 и 24 часа после внутривенной инъекции препарата Г-КСФ (филграстим) в дозе 100 мкг.

Полученные данные свидетельствуют о том, что Г-КСФ даже при однократном внутривенном введении способен модулировать поведение и характер аудиогенных судорог у крыс КМ. Картина этих изменений во многом зависит от пола животного. Так, повышение уровня общей активности в тесте «открытое поле» у самцов, зафиксированное через 6 часов после введения препарата Г-КСФ, носит временный характер и предшествует укорочению судорожной части припадка. В то время, как у самок через 24 часа наблюдается понижение уровня общей активности, которое сопровождается укорочением отдельных фаз постиктального периода эпилептиформного припадка.

На основании проведенных исследований можно сделать заключение о том, что Г-КСФ обладает нейротропным действием на ЦНС. Эффект проявляется уже в первые сутки после введения цитокина, когда препарат еще циркулирует в крови, но о стимуляции нейрогенеза еще не может идти речи.

**THE EFFECT OF G-CSF ON THE BEHAVIOR AND TEMPORAL CHARACTERISTICS OF AUDIOGENIC SEIZURES IN KRUSHINSKY-MOLODKINA RAT STRAIN WITH A SINGLE INTRAVENOUS INJECTION**  
**Krivopalov S.A. Yushkov B.G.**

Institute of immunology and physiology Ural branch Russian academy of sciences, Ekaterinburg, Sverdlovsk region, Russia

The cytokines of immunocompetent tissues are important regulators of the immunogenic organs functional state and plays a key role in the organization of non-immunological functions of the organisms, including a central nervous system (CNS) pathology. The polypeptide cytokines, especially G-CSF, may be used to modulate the functional state of CNS because it has proven effects – stimulation of neurogenesis, increase neuroplasticity and counteracts to apoptosis.

The finding of the G-CSF receptor on the surface of nerve cells in specific areas of the brain gives a reason to suggest the direct effect of the colony-stimulating factor on a function of CNS in normal and pathological conditions.

The main aim of the study was to investigate the effects of G-CSF on the behavior and temporary characteristics of seizures in male and female Krushinsky-Molodkina (KM) rats (model of audiogenic epilepsy) after a single intravenous injection.

The study was performed in KM rats of both sexes. Laboratory animals were ranged in age from 3 to 6 months, in weight from 250 to 350 g (males) and from 200 to 300 g (females). One week before, 6 and 24 hours after intravenous injection of G-CSF (filgrastim, 100 micrograms) the analysis of animal behavior in "open field" test and predisposition to audiogenic seizures were conducted.



The obtained results showed that the G-CSF even after a single intravenous administration is able to modulate the behavior and the character of the audiogenic convulsions in KM rats. A picture of these changes depends on the sex of the animal. Thus, the increase in the overall activity in males (6 hours after injection) is temporary in nature and precedes a shortening of the convulsive seizures. At the same time, in females lowering of total activity was registered only after 24 hours. These changes coincide with a shortening of the specific phases of epileptiform seizure postictal period.

Thus, a neurotropic effect of G-CSF on the CNS is already apparent in the first days after the intravenous injection of the cytokine, when the drug is still circulating in the blood, but there is no stimulation of neurogenesis

### **ИММУНОАКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ИЗ ТИМУСА И КОЖИ ВЛИЯЮТ НА ПОВЕДЕНИЕ, ОБУЧЕНИЕ И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МОЗГА КРЫС**

**Крючкова А.В.<sup>1,2</sup>, Логинова Н.А.<sup>3</sup>, Иноземцев А.Н.<sup>2</sup>, Белова О.В.<sup>1</sup>, Зимина И.В.<sup>1</sup>, Москвина С.Н.<sup>1</sup>, Луканидина Т.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУ ФНКЦ ФХМ ФМБА России, Москва, Россия; <sup>2</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; <sup>3</sup>ФГБУН ИВНД и НФ РАН, Москва, Россия; [likkavolkhova@mail.ru](mailto:likkavolkhova@mail.ru)

В рамках нейроиммунологических исследований была проведена работа по изучению влияния трех иммуноактивных веществ (тактивин, высокомолекулярная фракция тимуса и К-активин) на поведение крыс и выработку условной реакции пассивного избегания (УРПИ), а также на функциональное состояние ряда структур их мозга.

В поведенческой части эксперимента были задействованы 115 крыс-самцов Wistar. На фоне всех исследуемых препаратов (пятидневное внутрибрюшинное введение) животных тестировали в открытом поле, темно-светлой камере (ТСК) и приподнятом крестообразном лабиринте (ПКЛ), обучали условной реакции пассивного избегания (УРПИ).

Было установлено, что при оценке тревожности группа, получающая тактивин, не показывала отличий от контрольной; группа с введением высокомолекулярной фракции тимуса показывала уменьшение тревожности в ТСК, но не в ПКЛ, а животные с введенным К-активинем показывали увеличение тревожности во всех тестах. Обучение животных УРПИ относительно контроля улучшалось при введении тактивина и К-активина, и ухудшалось при введении высокомолекулярной фракции тимуса.

В морфологической части работы было проведено исследование влияния указанных веществ (пятидневное внутрибрюшинное введение) на структурно-функциональное состояние мозга 20 крыс-самцов Wistar. Для изучения степени активации структур мозга фронтальные срезы мозга окрашивали на c-fos стандартным иммуногистохимическим методом. Были показаны отличия в активации мозга при введении каждого из трех веществ от контрольной группы и друг от друга. Так, из 21 исследованной структуры, отличия между группами показаны в цингулярной и моторной коре, центральном септуме, стриатуме, соматосенсорной коре, поле СА3 и зубчатой фасции гиппокампа, центральных ядрах таламуса и латеральном гипоталамусе.

Из полученных данных можно сделать вывод, что тактивин, не оказывая влияния на двигательную активность и тревожность животных, улучшает обучение и запоминание у них. Введение высокомолекулярной фракции тимуса понижает, а К-активина – увеличивает тревожность по некоторым параметрам поведения, при этом высокомолекулярная фракция тимуса ухудшает, а К-активин улучшает обучение у животных. Все три исследуемых вещества влияют на мозг животных специфично, из чего можно предположить, что эффект воздействия каждого реализуется разными путями.

### **IMMUNOACTIVE DRUGS OF THYMUS AND SKIN AFFECT BEHAVIOR, LEARNING, AND STRUCTURAL-FUNCTIONAL STATE OF RAT BRAIN**

**Kryuchkova A.V.<sup>1,2</sup>, Loginova N.A.<sup>3</sup>, Inozemtsev A.N.<sup>2</sup>, Belova O.V.<sup>1</sup>, Zimina I.V.<sup>1</sup>, Moskvina S.N.<sup>1</sup>, Lukanidina T.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>FSBIS SRI PCM FMBA of Russia, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; <sup>3</sup>FSBI IHNA&NPh RAS, Moscow, Russia.

In the framework of neuro-immunological study, we analyzed effects of three active substances (tactivin, high-molecular fraction of thymus, and K-activin) on the behavior and passive avoidance (PA) in rats, as well as on the functional state of certain structures of their brain.

The behavioral experiment was run on 115 male rats Wistar. Rats were tested in the open field, dark-light camera (DLC), elevated cruciform maze (ECM), and passive avoidance model. Before each experimental session, animals were injected with the drugs intraperitoneally for 5 days.

It was found that anxiety in rats receiving tactivin did not differ of control group, rats injected with high-molecular fraction of thymus showed a reduction of anxiety in DLC, but not in ECM, and the animals injected with K-activin showed increase in anxiety in all the tests. The tactivin and K-activin improved passive avoidance reaction, and high-molecular fraction of thymus worsened it.

In the morphological part of this work, we studied the influence of the substances (five-day intraperitoneal administration) on structural-functional state of the brain of 20 rats male Wistar. To examine the extent of activation of brain, structures of frontal brain slices were stained for c-fos standard immunohistochemical method. We observed the differences in brain activation in rats injected with each of the three substances from the control group and from each other. So, from 21 studied patterns, the differences between the groups has been shown in cingulate and motor cortex, central septal nucleus, caudate nucleus, somatosensory cortex, CA3 field and dentate gyrus of the hippocampus, central nuclei of the thalamus and lateral hypothalamus.

From these data we can conclude that tactivin, without affecting the locomotor activity and animal anxiety, improves learning and memory. Administration of high-molecular fraction of thymus diminishes, and K-activin increases anxiety, while the high-molecular fraction of thymus worsens, and K-activin improves learning in animals.



All three of the investigated substances affect the brain specifically, which suggests that the effect of each is made in different ways.

### **ВЗАИМОСВЯЗЬ НАРУШЕНИЙ В НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ С ПАТОГЕНЕЗОМ САХАРНОГО ДИАБЕТА** **Кудаева И.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», Ангарск, Россия; [kudaeva\\_irina@mail.ru](mailto:kudaeva_irina@mail.ru)

В настоящее время сахарный диабет (СД) рассматривают в качестве одной из причин развития атрофии головного мозга, легкого когнитивного расстройства, аномалии белого вещества и депрессии. Существует несколько патофизиологических механизмов взаимосвязи между СД и депрессией. Одним из них является хронический стресс. Хорошо известно, что гормоны стресса (кортизол, адреналин) оказывают общее катаболическое воздействие на организм, обладая контринсулярным действием. В связи с этим наличие хронического стресса и увеличение уровня катаболических гормонов может способствовать формированию резистентности к инсулину и, в конечном итоге, к развитию диабета 2 типа.

Существующая воспалительная теория формирования СД декларирует повышение уровня провоспалительных цитокинов, которые могут напрямую воздействовать на рецепторы в гипоталамусе и гипофизе, облегчая выработку кортизола [Raison C.L. et al., 2006]. Также предполагают, что провоспалительные цитокины могут способствовать развитию резистентности к инсулину за счет непосредственной модуляции его рецепторов в периферических тканях. [Grimble R. F., 2002]. Одним из нейропептидов, необходимых для выживания и пролиферации нейронов в головном мозге, является BDNF. Низкий уровень его был обнаружен среди лиц, страдающих депрессией, в то время как лечение антидепрессантами приводило к увеличению уровня BDNF [Belmaker R. H., 2008, Rot M. A. H., 2009].

Существует предположение, что протекание диабета связано со структурными изменениями в определенных областях мозга. В частности, при СД отмечается церебральная атрофия и лакунарные инфаркты, а также региональные изменения в мозговом кровотоке [B. van Harten, 2006]. В исследовании пациентов с СД 1 типа установлено наличие отрицательной корреляции между уровнем гликированного гемоглобина и структурными изменениями в гиппокампе [Musen G., 2006]. Очевидно, что психологические факторы и образ жизни, связанные с депрессией, можно рассматривать в качестве стрессорного фактора, увеличивающего риск развития диабета 2 типа. Существуют также данные, свидетельствующие о причастности к развитию инсулинорезистентности повышенной активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (Mancia, G., 2007). Так, эпидемиологические исследования показали наличие корреляции между резистентностью к инсулину и артериальной гипертонией (Skyler, J.S., 1995).

Таким образом, в настоящее время существуют данные доказывающие взаимосвязь между патогенетическими звеньями нарушений в нервной системе и сахарным диабетом.

### **INTERRELATION OF DISTURBANCES IN THE NERVOUS SYSTEM WITH THE DIABETES MELLITUS PATHOGENESIS** **Kudaeva I.V.**

Federal State Budgetary Scientific Institution «East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research», t. Angarsk, Russia; [kudaeva\\_irina@mail.ru](mailto:kudaeva_irina@mail.ru)

At present the diabetes mellitus (DM) is considered as one of an atrophy of a brain, mild cognitive disorder, anomaly of white substance and a depression development reasons [4 – 6]. There are several pathophysiological mechanisms of interrelation between DM and a depression. One of them is the chronic stress. It is well known that stress hormones (a hydrocortisone, an adrenaline) make the general catabolic impact on an organism, possessing kontrinsulyarny action. In this regard existence of a chronic stress and augmentation of catabolic hormones level can promote formation of resistance to insulin and, finally, to development of diabetes 2 types.

The existing inflammatory theory of DM declares formation rising of pro-inflammatory cytokines level which can influence directly receptors in a hypothalamus and a pituitary body, facilitating development of a hydrocortisone [Raison C.L. et al., 2006]. Also assume that pro-inflammatory cytokines can promote development of resistance to insulin due to immediate modulation of his receptors in peripheric tissues. [Grimble R. F., 2002]. One of the neuropeptides necessary for a survival and a proliferation of neurones in a brain, is BDNF. Its low level was found among the persons having a depression while treatment by antidepressants led to BDNF level augmentation [Belmaker R. H., 2008, Rot M. A. H., 2009].

There is an assumption that course of DM is bound to structural changes in certain areas of a brain. In particular, at SD the cerebral atrophy and lacunar infarcts, and also regional changes in a cerebral blood flow becomes perceptible [B. van Harten, 2006]. In research of patients with SD of 1 type existence of negative correlation between the level of glycated hemoglobin and structural changes in a hippocampus is established [Musen G., 2006]. It is obvious that the psychological factors and way of life bound to a depression can be considered as the stress-factor enlarging risk of diabetes 2 types development. There are also data confirming participation superactivity of sympathetic department of a vegetative nervous system in development of an resistance to insulin (Mancia, G., 2007). So, epidemiological researches showed existence of correlation between resistance to insulin and an arterial hypertonia (Skyler, J.S. 1995).

Thus, now there are data proving interrelation between pathogenetic links of disturbances in a nervous system and a diabetes mellitus.

## **ВРЕМЕННЫЕ И НЕЙРОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ "ОДНОГО И ТОГО ЖЕ" ПОВЕДЕНИЯ СПУСТЯ РАЗНОЕ ВРЕМЯ ПОСЛЕ ОБУЧЕНИЯ.**

**Кузина Е.А.**

Институт Психологии РАН, Москва, Россия, [ehofir@mail.ru](mailto:ehofir@mail.ru)

Анализ результатов большого числа исследований, в которых была обнаружена выраженная динамика мозгового обеспечения нового поведения на последовательных «стадиях» его консолидации, показал, что методики оценки успешности воспроизведения выученного навыка, как правило, отличались от первоначальных условий его формирования и, таким образом, включали в себя необходимость дальнейшего обучения (Dudai et al., 2015). Но при хронической регистрации отдельных нейронов в дефинитивном поведении была показана стабильность связанной с задачей активности определенного количества клеток коры и гиппокампа в течение нескольких месяцев (Nicolelis et al., 1997; Greenberg, Wilson, 2004; Thompson, Best, 1990) и года (McMahon et al., 2014). С другой стороны, известно, что по мере повторения и автоматизации выученного поведения животные используют другие, по сравнению с начальными этапами, менее энергозатратные способы выполнения навыка, которые на уровне поведения можно выявить только в тестах с нарушением привычной последовательности действий (Packard, McGaugh, 1996; Asem, Holland, 2013). Показано также, что повторение инструментального навыка в течение нескольких недель после обучения сопровождается значимым уменьшением, по сравнению с ранними стадиями консолидации, доли нейронов стриатума, имеющих стабильно повышенную активность в актах выученного поведения на (Carelli et al., 1997; Tang et al., 2007). Предполагается, что аналогичные изменения по мере автоматизации навыка могут происходить и в корковых областях (de Wit et al., 2012; Yin, Knowlton, 2006), где было описано больше нейронов, специфически активных в новом поведении (см. Александров и др., 2015). В нашем исследовании у крыс линии Long-Evans (8-14 месяцев, самцы, 300-400 г), обученных инструментальному поведению нажатия на педаль для получения пищи из кормушки, проводили регистрацию активности одиночных нейронов ретроспленальной коры (РК) в течение 7-12 дней у трех групп крыс: с первого дня после обучения нажатия на педаль (n=7), через неделю после обучения (n=5) и через 30 дней ежедневного повторения навыка (n=3). Через неделю после обучения было обнаружено достоверно больше нейронов (14%, 25 из 179), специализированных относительно новых актов инструментального поведения (более чем в 1,5 раза увеличивающих частоту активности во всех (100%) реализациях актов данного типа), чем в первую неделю (7,5%, 15 из 200, Fisher exact, p=0,01) и через 30 дней (7% – 5 из 74). В то же время, по пропорциям клеток, вариативно вовлекавшихся в реализацию поведения (Fisher exact, p=0,1) и по временным параметрам поведения между группами не было обнаружено достоверных различий (Медианный тест, длительность и вариативность времени поведенческого цикла, p>0,5). Обнаруженная динамика относительного числа нейронов РК, специализированных относительно актов инструментального поведения, по мере его ежедневного повторения может, предположительно, указывать на постепенное изменение «субъективной стратегии» привычного поведения, не связанное с обучением внешне новым способам его выполнения.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (№ 0159-2016-0012) при частичной поддержке Ведущей научной школы РФ "Системная психофизиология" (НШ-9808.2016.6).*

## **TEMPORAL AND NEURONAL CHARACTERISTICS OF "THE SAME" BEHAVIOUR FOLLOWING DIFFERENT TIME INTERVALS AFTER LEARNING**

**Kuzina E.A.**

Institute of Psychology, RAS, Moscow, Russia, [ehofir@mail.ru](mailto:ehofir@mail.ru)

Results from the analysis of a wide variety of experiments reporting the essential dynamics of neuronal activity on sequential "stages" of consolidation of a new learned behaviour showed that procedures measuring success rate of task retrieval generally differed from a context of the original learning, consequently encouraging further learning and "reconsolidation" (Dudai et al., 2015). However, during performance of well-learned behavior activity of some task-specific cortical and hippocampal neurons under conditions of chronic recordings was found to be stable for up to several months (Nicolelis et al., 1997; Greenberg, Wilson, 2004; Thompson, Best, 1990) and a year (McMahon et al., 2014). But there also is known that after extensive training animals usually adopt another, less effortful and more automatic performance strategies that can be revealed behaviorally only in special tests with impairment of habitual acts' sequences (Packard, McGaugh, 1996; Asem, Holland, 2013), and are accompanied by substantial decrease of striatal neurons with high level of act-specific activity at early stages of consolidation (Carelli et al., 1997; Tang et al., 2007). It is expected that there could be also similar changes in cortex (de Wit et al., 2012; Yin, Knowlton, 2006) where increased number of task-specific neurons have been commonly reported (e.g. Alexandrov et al., 2014). In our research we recorded single unit activity in retrosplenial cortex of Long-Evans male rats (8-14 months, 300-400g) during performance of well-learned instrumental skill. Recordings were conducted over a period of 7-12 day in three experimental groups of rats: 1) from the first day after learning (n=7) to press a pedal for obtaining food from the feeder, 2) a week after learning (n=5); 3) after 30 days of everyday training (n=3). Within a second week after learning there were significantly more act-selective neurons (14%, 25 from 179), specialized in relation to learned acts of the instrumental behavior (more than by half increasing their frequency in all (100%) realizations of behavioral acts of the same type) than on the first week (7,5%, 15 from 200, Fisher exact, p=0,01) as well as after 30 days of repetitions (7% – 5 from 74). Meanwhile, there were no differences between experimental groups neither in relative proportions of neurons that were nonspecifically and variably activated during performance, nor in temporal parameters of behavior (Median test on mean duration and variability of sequential trials, p>0,5). The dynamics in relative proportion of new act-selective RC neurons within successive temporal periods of repetition of the learned instrumental task can presumably indicate a gradual change of a "subjective strategy" of the well-known skill unrelated to adopting any new overt performance patterns.

*The research was carried out within the state assignment of FASO of Russia (No. 0159-2016-0012), supported in part by Leading Scientific School of RF "System psychophysiology" (НШ-9808.2016.6).*

## АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ КОРЫ КРЫС В ПОВЕДЕНИИ, СФОРМИРОВАННОМ С РАЗНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ЭТАПОВ ОБУЧЕНИЯ

Кузина Е.А., Александров Ю.И.

Институт Психологии РАН, Москва, Россия, ehofir@mail.ru

Поскольку системный состав поведения определяется историей его формирования (Швырков, 1995), одно и то же поведение, в зависимости от способа обучения, может различаться по степени его дифференцированности, т.е. по количеству новых поведенческих актов, сформированных при обучении в данном домене опыта. При оценке уровня экспрессии раннего гена *c-fos* в ретросплениальной коре (РК) крыс, как маркера генетической активации нейронов, лежащей в основе формирования нейронных специализаций, было обнаружено, что после обучения внешне одинаковому инструментальному навыку нажатия на педаль этот показатель тем выше, чем меньше этапов было у животных в истории предшествующего обучения и, соответственно, чем больший объем реорганизации прошлого опыта необходим для приобретения нового навыка (Svarnik et al., 2013). Так как формирование каждого поведенческого акта включает в себя одновременно специализацию новой группы нейронов относительно этого акта и изменение межсистемных отношений, связанное с включением его в структуру опыта (Горкин, Шевченко, 1990, 1995; Александров, 2012), для выявления особенностей распределения активности клеток РК в дефинитивном поведении, сформированном разными способами, паттерны специализации нейронов (соответствующие наборам актуализированных в данном поведении систем) были сопоставлены у двух групп крыс (Long-Evans, самцы, 8-15 мес, 300-400г, n=8), обученных инструментальному навыку нажатия на педаль по этапам (группа с поэтапным обучением) и научившихся тому же самому поведению за один этап. В обеих группах крыс были обнаружены одинаковые пропорции нейронов, специализированных относительно новых актов и не вовлекающихся специфически в реализацию выученного поведения (их соотношение 1:4 соответственно). Однако, при суммарном анализе специфических активаций всех новых специализированных нейронов у крыс, обученных многоэтапно, было значимо больше активаций в актах подхода и нажатия на педаль, чем у одноэтапно обученных животных (Fisher exact,  $p=0,035$ ). У крыс с одноэтапным обучением также было достоверно меньшее время и вариативность выполнения именно актов нажатия на педаль (Mann-Whitney,  $p<0,05$  для всех сравнений,  $n=3$ ). Сравнение поактовых активаций (повышения частоты активности в 1,5 раза над средней) среди неспециализированных относительно выученного поведения нейронов показало, что по количеству активаций в каждом из актов цикла в группе крыс с одноэтапным обучением значимо больше превышений частоты активности с вероятностью более 40% в актах подхода к педали, чем у животных с многоэтапным обучением (Fisher exact,  $p=0,035$ ) и достоверно больше нейронов, имевших хотя бы одну такую активацию (Fisher exact,  $p=0,008$ ) в актах выполняемого поведения. Можно предположить, что описанная в исследовании с анализом экспрессии гена *c-fos* более выраженная активация клеток РК у животных с одноэтапным обучением сохраняется и в дефинитивном поведении в виде повышенной вероятности активации нейронов, специализированных относительно систем прошлого опыта, в то время как при многоэтапном способе поведение обеспечивается в большей степени активностью клеток новых систем. Если это предположение верно, то из полученных данных следует также, что повышенная генетическая активация при одноэтапном обучении действительно создается в значительной степени за счет вклада нейронов раннее сформированных систем, претерпевающих аккомодационную реконсолидацию, т.е. модификацию, связанную с образованием новых систем (Alexandrov et al., 2000).

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-28-00229).*

## SINGLE UNIT ACTIVITY OF THE RAT RETROSPLENIAL CORTEX DURING INSTRUMENTAL BEHAVIOR FORMED WITH DIFFERENT NUMBER OF LEARNING STAGES

Kuzina E.A., Alexandrov Yu.I.

Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia

As learning history specifies the system-level structure of behavior (Shvyrkov, 1995), its organization during realization of a similar tasks can be more or less differentiated depending on the number of new behavioral acts already formed within a given domain of experience. Using expression of the early gene *c-fos* in rat retrosplenial cortex as a marker of genetic neuronal activation underlying formation of neuronal specializations, Svarnik et al. (2013) showed that after learning similar instrumental skills to press a pedal the rate of *c-fos* expressed neurons was higher in animals with less number of stages of the preceding learning that could be related to the larger amount of the rearrangement of the previously acquired experience for developing a new skill. As formation of each behavioral act includes both specialization of a new neuronal set in relation to this act and modification of intersystem relations associated with its incorporation into individual's experience (Gorkin, Shevchenko, 1990, 1995; Alexandrov, 2012) in order to specify details of activity distribution of RC neurons during well-learned behavior trained with different learning history we compared patterns of neuronal specializations (corresponding to sets of actualized systems in a given behavior) of two group of rats (Long-Evans, male, 8-15 mo., 300-400g, n=8) that learned to press a pedal either in successive stages (multistage group), or during a single stage (one-stage group). There were equal proportions of specialized and non-specialized neurons (in ratio 1:4, accordingly) in both groups of rats. However, after summation of all newly specialized neurons it was found that multistage group had significantly more activations during approaching and pressing a pedal than one-stage group (Fisher exact,  $p=0,035$ ). One-staged rats had also significantly smaller duration and time variability during pressing a pedal (Mann-Whitney test,  $p<0,05$  for all comparisons,  $n=3$ ). After comparing activations (more than a half increase of a mean frequency of spiking) in all behavioral acts between non-specifically active neurons we found that one-stage group had significantly more cells increasing their rate with more than 40% probability during approaching and pressing a pedal comparing to multistage group (Fisher exact,  $p=0,035$ ), and significantly more cells that had at least one such activation in learned behavior (Fisher exact,  $p=0,008$ ). It could be suggested that increased activation of RC neurons (based on *c-fos* expression rates) during learning in one-staged rats persisted further in

well-established behavior in a form of increased possibility of activation of neurons specialized in relation to previously acquired experience, whereas after multistage learning the same behavior is maintained more by activity on newly specialized neurons. And if this speculation is correct then increased genetic activation in one-staged learning animals is actually produced substantially by means of neurons from previously formed systems undergoing accommodative reconsolidation, i.e. modification associated with formation of new systems (Alexandrov et al., 2000)

*This work was supported by Russian Science Foundation grant №14-28-00229.*

## **ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ФЕНОМЕНОЛОГИЯ ИНТРАСОСТОЯНИЙ**

**Кузьмина Т.И.**

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский городской психолого-педагогический университет", Москва, Россия, ta-1@list.ru

Экспериментальным путем в процессе психотерапевтической работы с участниками боевых действий, спортсменами, не единожды переживавшими дистрессовые ситуации, было выделено и описано особое состояние сознания. Интрасостояние (ИНС), сопровождающее процесс принятия поведенческого решения и осуществления поступка в стрессовых условиях неопределенности или экстремальных условиях обладает следующими качествами: 1) в момент нахождения в ИНС структурируется новый опыт, субъективно в дальнейшем переживающийся как "правильный" поступок; 2) решение, реализация которого осуществлена в ИНС, субъективно переживается не только как "правильное", но и как "свое собственное", 3) субъект способен постфактум описать свои действия и отдает себе отчет в том, что делает, 4) полученный новый опыт запоминается как алгоритм поведения, 5) данное состояние возникает, когда во сознании субъекта интуитивное встречается с когнитивным, а сознательное в психическом пространстве встречается с бессознательным – и то, и другое в равной мере управляет поведением человека. С точки зрения философской-психологической интерпретации ИНС – это сознательное обращение к бессознательному в процессе решения актуальных задач в условиях неопределенности или экстремальных условиях.

ИНС: 1) возникает и существует в достаточно коротком временном диапазоне, 2) может возникать спонтанно или под воздействием волевой регуляции в зависимости от тренированности индивида, 3) реализует главную функцию – сохранения жизни и здоровья индивида (или его социального статуса, психологического лица), 4) в зависимости от включения процессов волевой регуляции индивида может восприниматься сторонним наблюдателем как а) бессознательная, рефлексивная, автоматизированная реакция на раздражитель; б) как автоматизированное действие не требующее сознательного контроля и в) как поступок, характеризующий структуру ценностных ориентаций индивида, 5) фокусирует, канализирует сознательные и бессознательные ресурсы психики индивида для выбора наиболее адекватной внешним условиям среды и внутренним индивидуально-личностным характеристикам субъекта самосохранительной реакции на внешний или внутренний раздражитель, что предполагает временное блокирование другой, параллельно поступающей, но незначимой информации, абстрагирование от других стимулов окружающей среды и выделение существенных признаков экстремальной или неопределенной ситуации, 6) обеспечивает мгновенную перенастройку психики в режим экстремального функционирования в интересах переработки наиболее угрожающего здоровью (жизни) индивида стимула, 7) пребывание в этом состоянии снижает уровень последующей психологической, и физической травматизации субъекта при выходе из экстремальной ситуации и снижение проявлений общего адаптационного синдрома (реакции тревоги, явлений сопотопления, состояния истощения по Г. Селье)

## **PSYCHOLOGICAL PHENOMENOLOGY OF INTRACONDITION**

**Kuzmina T.I.**

State Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State University of Psychology and Education", Moscow, Russia, ta-1@list.ru

Experimentally in the process of psychotherapeutic work with combatants, athletes, not once experiencing distressovye situation was isolated and described a certain state of consciousness in which the person is in the process of decision-making and behavior of the action in the face of uncertainty and extreme conditions. Status of the subject – intracondition (INC), which is not merely accompanies conscious behavior and decision-making, and has the following characteristics: 1) at the time of being in the INC is structured in a new experience, subjectively experienced as a further "correct" action; 2) a decision, the implementation of which is carried out in the INS, subjectively experienced not only as a "right", but as "their own", and 3) the subject is capable of after the fact to describe their actions and aware of what he was doing, and 4) the resulting new experience is stored as an algorithm of behavior, 5) this condition occurs when the consciousness of the subject meets the intuitive cognitive and conscious in the mental space meets with the unconscious – and that, and another equally governs human behavior. From the point of view of philosophical and psychological interpretation of the INC – a conscious appeal to the unconscious in the process of solving actual problems in the face of uncertainty and extreme conditions.

INC 1) arises and exists in a fairly short time span, 2) can occur spontaneously or under the influence of strong-willed regulation, depending on the fitness of an individual, 3) implements the main function – to save the life and health of the individual (or his social status, psychological entity), 4) depending on the inclusion of strong-willed regulation of the individual processes can be perceived as a bystander a) unconscious, reflex, automatic response to a stimulus; b) as the automated action does not require conscious control, and c) how to act, describing the structure of the value orientations of the individual, 5) focus, channels the conscious and unconscious resources of the individual psyche to select the most appropriate external environmental conditions and internal individual personal characteristics of the subject reaction to external or internal stimulus that involves a temporary blocking of the other, in parallel flowing, but insignificant information, abstracting from other

environmental stimuli and the allocation of the essential features of an extreme or uncertain situation, 6) provides instant reconfiguration of the psyche in extreme mode of operation for the benefit of processing the most threatening health (life) stimulus individual 7) stay in this state lowers subsequent psychological and physical trauma of the subject at the exit of the emergency situation and the reduction of the general adaptation syndrome manifestations (alarm reaction, resistance phenomena exhaustion by H. Selye).

### **ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ВОДНОМ ЛАБИРИНТЕ МОРРИСА У МЫШЕЙ, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО НАСЛЕДСТВЕННОЙ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К КАТАЛЕПСИИ: ДЕЙСТВИЕ НЕЙРОТРОФИЧЕСКОГО ФАКТОРА МОЗГА**

**Куликов А.В., Фурсенко Д.В., Базовкина Д.В., Хоцкин Н.В., Баженова Е.Ю., Попова Н.К.**

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской Академии Наук», Новосибирск 630090, Россия; akulikov@ngs.ru

Мыши с наследственными нарушениями поведения и мозга являются важными инструментами преclinical исследований механизмов действия психотропных веществ. Катаlepsия или чрезмерно выраженная реакция замирания является признаком значительных нарушений мозга. Главный ген, определяющий 20% изменчивости признака, был локализован на дистальном фрагменте хромосомы 13 мыши. Этот фрагмент был перенесен от предрасположенной к катаlepsии линии CBA/Lac в геном устойчивой к катаlepsии линии AKR/J и создана рекомбинантная линия AKR.CBA-D13Mit76 (D13). Около 50% мышей линии D13 проявляют выраженную катаlepsию. Мыши этой линии характеризуются увеличенной экспрессией гена *Il-6*, кодирующего провоспалительный цитокин интерлейкин-6, в коре и гиппокампе и выраженной чувствительностью к липополисахариду. С помощью MPT было выявлено уменьшение размера гипофиза у мышей D13. В отличие от животных линии AKR/J, у мышей линии D13 выявлено нарушение обучения в водном лабиринте Морриса. Однократное введение 300 нг нейротрофического фактора мозга (BDNF) в боковой желудочек нормализует обучение и память в водном лабиринте Морриса у мышей D13. Эти результаты свидетельствуют о возможной ассоциации между наследственной катаlepsией, обучением в водном лабиринте Морриса, уменьшением гипофиза, BDNF и *Il-6* мРНК в мозге, хотя взаимодействие между этими факторами, по-видимому, более сложное. Таким образом, рекомбинантная линия мышей AKR.CBA-D13Mit76 с нарушением пространственного обучения является перспективной моделью изучения генетических и молекулярных механизмов нарушений обучения, а также преclinical поиска потенциальных усилителей когнитивных функций.

*Исследование поддержано грантом РФФ № 14-25-00038.*

### **SPATIAL LEARNING IN THE MORRIS WATER MAZE IN MICE GENETICALLY DIFFERENT IN THE PREDISPOSITION TO CATALEPSY: THE EFFECT BRAIN-DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR**

**Kulikov A.V., Fursenko D.V., Bazovkina D.V., Khotskin N.V., Bazhenova E.Y., Popova N.K.**

Institute of Cytology and Genetics, Siberian Division of Russian Academy of Sciences, 630090, Novosibirsk, Russia; akulikov@ngs.ru

Mice with hereditary disturbances of the behavior and the brain are effective tools for preclinical study of the mechanisms of psychotropic drug action. Catalepsia or exaggerated freezing is a sign of grave brain dysfunctions. The main gene determining of about 20% of genetic variation of catalepsia has been mapped at the terminal fragment of mouse chromosome 13. This fragment has been transferred from the catalepsia-prone CBA/Lac line to the genome of a catalepsia-resistant AKR/J line and the AKR.CBA-D13Mit76 (D13) recombinant line has been bred. About 50% of D13 mice are cataleptics. Mice of this line show elevated expression of the *Il-6* gene, coding the pro-inflammation cytokine interleukine-6, in the cortex and hippocampus and sensitivity to lipopolysaccharide. MRI revealed a reduction of the pituitary gland in D13 mice. Unlike AKR mice, D13 mice show a spatial learning deficit in the Morris water maze (MWM). An acute ivc administration of 300 ng of brain derived neurotrophic factor (BDNF) normalized the performance and memory retention in the MWM in D13 mice. These results indicated a possible association between the hereditary catalepsia, MWM performance, pituitary gland reduction, BDNF and level of *Il-6* mRNA in the brain, although the relation between these characteristics seems to be more complex. Thus, AKR.CBA-D13Mit76 recombinant mouse line with deficit of spatial learning, is a promising model for study of the genetic and molecular mechanisms of learning disorders as well as for screening potential cognitive enhancers.

*The study was supported by Russian Science Foundation (grant No 14-25-00038).*

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОНЦЕПЦИИ ГЕНОВ-КАНДИДАТОВ В НЕЙРОБИОЛОГИИ И ПСИХИАТРИИ**

**Куликов А.В.**

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской Академии Наук», Новосибирск, 630090, Россия; akulikov@ngs.ru

Термин «гены-кандидаты» был введен в нейробиологию и молекулярную психиатрию около 30 лет назад когда были сиквенированы первые нейрогены. Концепция генов-кандидатов первоначально рассматривалась как проникновение физиологического мышления в генетику. Однако физиологическое содержание концепции было постепенно постепенно замещено генетическим и молекулярным формализмом. В молекулярных психологии и нейробиологии термин «гены-кандидаты» часто ассоциируется с генами, которые сцеплены с наследственными особенностями поведения, экспрессируются в мозге и участвуют в сигнальных процессах (такие как ферменты, транспортеры и рецепторы медиаторов). В медицинской и психиатрической генетике концепция генов-кандидатов была и остается главным и мощнейшим инструментом изучения молекулярных механизмов психопатологий и

устойчивости к их фармакологической коррекции. Значительный прогресс в нейрогенетике, связанный с концепцией генов-кандидатов, породил веру, что этот подход позволит решить ключевую проблему нейробиологии – выяснить путь от гена к поведению. Однако прогресс в молекулярной генетике в последние 10 лет, а именно полногеномный и транскриптомный анализы, сильно порушили эту наивную веру во всемогущество концепции генов-кандидатов. Основной проблемой концепции является то, что с помощью наиболее мощных молекулярных технологий были выявлены только несколько процентов генетического разнообразия поведенческих и физиологических признаков. Следующей нерешенной проблемой является взаимодействие между генами, вовлеченными в регуляцию поведения, которое часто маскирует эффекты функциональных мутаций и нокаута. Имеется определенное противоречие между увеличением технической мощи и уменьшением понимания молекулярных механизмов регуляции функции нервной системы и поведения. Основной целью лекции является демонстрация проблем, связанных с концепцией генов-кандидатов, и попытки решить эти проблемы с помощью трансгенных животных. Будет показано, что причиной основных проблем концепции является пренебрежение физиологической идеи, замена ее формальным генетическим и молекулярным техническим подходом: только возврат к первоначальному физиологическому содержанию может разрешить этот кризис и восстановить научную мощь концепции генов-кандидатов в нейробиологии и психологии.

### **CANDIDATE GENES IN NEUROSCIENCE AND PSYCHOLOGY. WHERE DO WE STAND?**

**Kulikov A.V.**

Institute of Cytology and Genetics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, 630090, Russia;  
akulikov@ngs.ru

The term "candidate genes" was introduced in neuroscience and molecular psychology about thirty years ago when the first neurogenes had been sequenced. The candidate gene conception was initially considered as an expansion of physiological mode of thinking to genetics. However the physiological content of the conception was gradually replaced with a formal genetic and molecular ideology. In molecular psychology and neurogenetics the term "candidate gene" is now attributed to the genes linked to the behavioral traits, expressed in the brain and involved in the signaling processes regulation (such as enzymes, transporters, receptors of brain neurotransmitters). In medical and psychiatric genetics the candidate genes conception was and remains the main and the most powerful approach of elucidation of molecular mechanisms of mental diseases and resistance to the pharmacological correction. A considerable progress in neurogenetics associated with the the candidate gene conception gave rise a faith that this approach could solve the main fundamental problem of neuroscience – the pathway from gene to behavior. However the progress in molecular genetics for the last ten years, namely total genome and transcriptome analysis, broke down this naïve faith in the power of the candidate gene conception. The main problem of the candidate gene conception is that the most powerful and modern techniques of molecular genetics in the frame of candidate gene conception could reveal only a few percents of genetic background of complex behavioral and physiological traits. The second unresolved problem is the interaction between multiple genes involved in the regulation of behavior which frequently masks the behavioral effects of functional mutations and gene knockout. There is a contradiction between the increased technique power and the decreased understanding of the molecular mechanisms of behavior regulation. The main aim of the lecture is a demonstration of the problems associated with the candidate gene conception using numerous examples and an attempt to solve these problems using transgenic animals. It is intended to show that most problems of the candidate gene conception result from a denial of its physiological idea in favor of its formal genetic and molecular content: only a return to the initial physiological content can resolve this crisis and restore the scientific power of the candidate gene conception in neuroscience and psychiatry.

### **СОВРЕМЕННЫЕ НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЛОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ПОМОЩИ МРТ**

**Куликова С.П.**

НИУ Высшая школа экономики, Пермь, Россия, SPKulikova@hse.ru

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является важным инструментом для не инвазивного изучения состояния белого вещества *in vivo*: МРТ не только позволяет вычислить ряд параметров, отражающих его микроструктурные свойства, но также оценить эти параметры для индивидуальных трактов при помощи их реконструкции в 3D по данным диффузионной МРТ. В данном докладе будут представлены три различных подхода на основе данных МРТ, используемых для анализа состояния белого вещества. Первый подход был предложен нами для многопараметрического анализа развития белого вещества у детей (Kulikova et al, 2014; <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00429-014-0881-y>). Он основан на расстоянии Махаланобиса, вычисляемого по четырём параметрам МРТ (времена релаксации T1 и T2, коэффициенты продольной и поперечной диффузии), и позволяет оценить общее состояние развития белого вещества. Этот подход также позволяет оценить задержку в развитии между отдельными трактами (развитие которых протекает неодновременно), подтверждая тот факт, что наиболее значительные структурные изменения в белом веществе происходят в первые два года жизни. Данный подход может быть интересен для выявления и изучения патологий развития белого вещества, а также адаптирован для работы с другими возрастными категориями. Второй подход имеет своей целью получение количественной оценки содержания миелина в белом веществе. Он основан на одновременном анализе времен релаксации T1 и T2 и лучше коррелирует с гистологическими исследованиями, чем традиционные параметры МРТ. Основная идея подхода заключается в том, что среда в каждом вокселе неоднородна и каждый из её компонентов, в том числе миелин, вносит свой вклад в измеряемый сигнал. Таким образом, зная вклад каждой из компонент, можно лучше оценить относительное содержание миелина в белом веществе. В

отличие от существующих аналогичных подходов, метод, предложенный в докладе, имеет короткие времена сканирования и последующей обработки, позволяя применять его в клинике и научных исследованиях. Третий подход предназначен для автоматического распознавания волокон после их 3D реконструкции. Распознавание волокон "вручную" при помощи ROI (regions of interest) требует большого времени и опыта человека, производящего такой анализ. Автоматическое распознавание волокон с использованием атласа трактов может ускорить такой анализ и сделать его более воспроизводимым. В докладе будет рассказано об уже существующих атласах, их создании и применении для анализа MPT параметров по индивидуальным трактам. Методы, которые будут представлены в этом докладе, также подробно описаны в моей диссертационной работе: <http://www.theses.fr/2015PA05T021>

### **MODERN NONINVASIVE MRI METHODS FOR INVESTIGATING WHITE MATTER** **Kulikova S.P.**

National Research University Higher School of Economics, Perm, Russia, SPKulikova@hse.ru

Magnetic Resonance Imaging (MRI) is a fundamental tool for noninvasive *in vivo* investigation of brain white matter: it allows researchers not only to calculate several parameters reflecting white matter microstructural properties but also to evaluate these parameters within individual white matter tracts by their 3D reconstruction using diffusion MRI. In this report I will present three various approaches that could be used to evaluate the state of white matter based on MRI data.

The first approach was suggested for multiparametric evaluation of white matter maturation in infants (Kulikova et al, 2014; <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00429-014-0881-y>). It is based on Mahalanobis distance calculated from four MRI parameters: T1 and T2 relaxation times, longitudinal and transverse diffusivities. This approach allows evaluating the global course of white matter maturation and estimating the relative maturational delays between individual tracts with different maturational dynamics. The obtained results confirmed that the most dramatic structural changes within white matter should occur during the first two post-natal years. Similarly, this approach may be adapted for investigating pathologies of white matter development and aging.

The second approach aims at quantitative evaluation of the brain myelin content. It is based on simultaneous analysis of T1 and T2 relaxation times and it is thought to better correlate with histological findings than conventional MRI approaches. The main idea of this approach is that within each voxel the media is not homogeneous and each of its components, including myelin, makes its own contribution to the measured MRI signal. Thus, knowing contributions of each component one can also estimate the myelin content. Unlike existing methods, the presented method has short acquisition and post-processing times adequate for practical applications.

The third approach is for automatic recognition of individual white matter tracts after 3D fiber reconstruction. Manual approaches using ROIs (regions of interest) are extremely time-consuming and strongly depend of expert knowledge and experience. Automatic recognition using clustering techniques based on atlases of white matter tracts can fasten such analysis and make it more reproducible. In this talk I will also tell about some existing atlases, the way they could be created and applied.

All methods described in this report are also available with all necessary details in my PhD thesis work: <http://www.theses.fr/2015PA05T021>

### **ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ПОВТОРНЫМ ГИПЕРТЕРМИЧЕСКИ-ВЫЗВАННЫМ СУДОРОГАМ И ВЫЗВАННЫЕ ИМИ СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОЗГА У КРЫС ЛИНИИ WAG/RIJ**

**Куличенкова К.Н., Зыбина А.М., Солодков Р.В., Аббасова К.Р.**

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Биологический факультет, кафедра Физиологии человека и животных, Москва, Россия

Одной из серьезных и нерешенных для клиницистов проблем остается исследование смешанных форм припадков, в частности, особую актуальность представляет изучение взаимодействия конвульсивной и неконвульсивной (абсансной) эпилепсии. Целью работы было: сравнительное исследование чувствительности развивающегося мозга к гипертермически-вызванным судорогам в раннем постнатальном возрасте и последующие структурные изменения мозга крыс линии WAG/Rij с генетически детерминированными абсансами и у крыс Wistar.

Работа выполнена на крысятах линии WAG/Rij и Wistar в возрасте 9 и 12 дней (n=62). Использована модель гипертермически-вызванных судорог (ГВС) на крысятах по McCaughan et al, (1984). Гипертермию проводили не менее 15 мин в возрасте 9-ти и 12-дней. Отмечали тяжесть судорог по пятибалльной шкале каждую минуту. МРТ-исследование мозга крыс проводили через 90 и 180 суток после ГВС. МРТ проводилась на установке BrukerBioSpin 70/30 (Германия) в Центре магнитной томографии и спектроскопии МГУ.

Было показано, по чувствительности к ГВС крысы WAG/Rij и Wistar в возрасте 9 и 12 дней не отличаются. МРТ – исследование показало достоверное уменьшение объема гиппокампа у 3-х и 6-ти месячных крыс после ГВС по сравнению с крысами контрольной группы. Также показано достоверное изменение T2 сигнала в различных структурах мозга у крыс WAG/Rij и Wistar. Так, у крыс WAG/Rij показано достоверное увеличение T2 сигнала в вентральном гиппокампе в три месяца и в вентральном гиппокампе и миндалине в шесть месяцев, а у крыс Wistar – в вентральном гиппокампе и миндалине в три месяца, в вентральном гиппокампе, миндалине и энторинальной коре в шесть месяцев. Особый интерес представляет снижение T2 сигнала в соматосенсорной коре у крыс линии WAG/Rij в 6 месяцев по сравнению с контрольными животными, т.к. соматосенсорная кора является субстратом генерации пиковых разрядов, которые развиваются у 50 % WAG/Rij с 3х месяцев. Таким образом, в нашей работе впервые было показано, что повторные длительные гипертермически-вызванные судороги в раннем постнатальном возрасте вызывают уменьшение объема гиппокампа у взрослых крыс у WAG/Rij и Wistar, а также изменения сигнала T2 в большинстве из исследуемых структур. Уменьшение сигнала T2 в

соматосенсорной коре у крыс линии WAG/Rij служит еще одним доказательством ведущей роли коры в абсансной эпилепсии.

### **SENSITIVITY TO MULTIPLE HYPERTHERMIC SEIZURES AND SUBSEQUENT BRAIN STRUCTURAL CHANGES IN WAG/RIJ STRAIN RATS**

**Kulichenkova K., Zybina A., Solodkov R., Abbasova K.**

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Human and animal physiology department

Mixed types of seizures are one of the most serious unsolved problems in clinical practice. Interaction between convulsive and non-convulsive (absence) epilepsy is the most relevant topic in this field. The aim of our study was a comparative study of the developing brain's sensitivity to hyperthermic seizures at early postnatal age and later structural changes in the brain of WAG/Rij strain rats with genetically determined absence epilepsy and Wistar rats.

The study was conducted on 9 and 12 days old WAG/Rij and Wistar rats (n=62). We used hyperthermic seizure (HS) model on rat pups as described by McCaughan et al. (1984). Hyperthermia was conducted for no less than 15 minutes at 9 and 12 days of age. We fixed the severity of seizures every minute according to a five-point scale. MRI study of the rats' brain was conducted in 90 and 180 days after HS on Bruker Bio Spin 70/30 facility (Germany) in MSU Magnetic Tomography and Spectroscopy Center.

There was shown no difference between WAG/Rij and Wistar rats in the sensitivity to HS at 9 and 12 days of age. MRI study revealed a reliable decrease of hippocampal volume after HS in 3 and 6-months old rats compared to controls. There was also shown a reliable difference in T2 signal in different brain structures of WAG/Rij and Wistar rats. In WAG/Rij rats there was found a reliable increase of T2 signal in ventral hippocampus in 3 months of age and in ventral hippocampus and amygdala in 6 months of age. Wistar rats showed increased T2 signal in ventral hippocampus and amygdala in 3 months of age and in ventral hippocampus, amygdala and entorhinal cortex in 6 months of age. The most interesting result in the decrease of T2 signal in somatosensory cortex of WAG/Rij strain rats at the age of 6 months as compared to control animals. Somatosensory cortex is the substrate of the spike-wave discharges' (SWD) generation, and SWD appear in 50% of WAG/Rij rats at the age of 3 months. Therefore we have shown for the first time that multiple prolonged HS at early postnatal age cause the decrease of hippocampal volume in adult WAG/Rij and Wistar rats and also alterations of T2 signal in investigated structures. The decrease of T2 signal in somatosensory cortex of WAG/Rij strain rats is another proof of the leading role of cortex in absence epilepsy.

### **КОГНИТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ РЕШЕНИЯ ВЕРБАЛЬНЫХ И НЕВЕРБАЛЬНЫХ ЗАДАЧ, И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С УСПЕШНОСТЬЮ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ**

**Кундупьян О.Л., Айдаркин Е.К., Кундупьян Ю.Л., Бибов М.Ю.**

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия; [diamanta@mail.ru](mailto:diamanta@mail.ru)

Результаты исследований в области когнитивной психологии показывают, что успешность обучения зависит от особенностей пространственной памяти и скорости переработки информации (Pagulayan et.al, 2006; Semmes et.al, 2011). Целью данной работы было оценить влияние уровня развития навыка решения вербальных и невербальных задач на качество выполнения самостоятельной работы студентами в курсе «Анатомия человека».

В исследовании принимали участие студенты Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, 30 практически здоровых обследуемых, средний возраст – 19 лет. Все обследуемые участвовали в двух экспериментальных сериях. В первой серии в качестве модели деятельности использовали вербальные и невербальные задачи, а во второй серии студенту предлагали выполнить задание из электронного учебного пособия (ЭУП) «Анатомия человека». Во время выполнения теста в первой серии регистрировали время реакции (ВР), ЭЭГ. Во второй серии анализировали бюджет времени, который тратил студент на решение ЭУП. Оцифрованная ЭЭГ и ВР экспортировались в программную среду MATLAB, где проводилась дальнейшая обработка сигналов.

Анализ качества решения ЭУП по «Анатомии человека» показал, что «успешные» студенты затрачивали на работу небольшое количество времени, кроме того у них было высокое качество распознавания слов и картинок. Спектральные характеристики ЭЭГ в группе «успешных» студентов показали, что преобладали фокусы максимальной выраженности (ФМВ) дельта- и тета-активности в передних областях коры при решении невербальных задач, и в задних областях коры при решении вербальных задач. Студенты «средней» группы затрачивали столько же времени, как и «успешные» студенты, они имели высокий уровень решения вербальных задач, но им труднее давались образные задачи. В группе «средних» студентов наблюдали ФМВ дельта- и тета-активности задних областях коры при решении вербальных и невербальных задач, вероятно это связано с использованием стратегий задней системы внимания. «Неуспешная» группа много времени проводила за выполнением работы, она имела низкое качество решения как вербальных, так и невербальных задач. При решении вербальных и невербальных задач у людей с низкой эффективностью деятельности происходила активация передних и задних областей коры в диапазоне дельта-активности, что вероятно связано с подключением к процессу обработки зрительной информации передней и задней системы внимания (Aydarkin et.al, 2013).

Таким образом, успешное решение вербальных задач сопровождается активацией задней системы внимания, а невербальных задач – передней системой внимания. Не соблюдение этих стратегий приводит к ухудшению качества когнитивной деятельности.



## COGNITIVE STRATEGIES OF VERBAL AND NON-VERBAL TASK SOLVING IN THE CONTEXT OF SUCCESSFUL TEACHING OF STUDENTS

**O.L. Kundupyan, E.K. Aydarkin, Y.L. Kundupyan, M.Yu. Bibov**  
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia; [diamanta@mail.ru](mailto:diamanta@mail.ru)

Studies of cognitive psychology revealed that successful education depends on both the spatial memory features and the rate information processing. (Pagulayan et.al, 2006; Semmes et.al, 2011). The goal of the present work was to assess the effect of verbal and non-verbal task solving skills on the quality of independent work of students, studying the course of "Human's Anatomy".

The objects of the study were 30 healthy students of the D. I. Ivanovsky Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russia), of the average age 19 years. All volunteers were subjects for two series of experiments. In the first series, we used verbal and non-verbal tasks to model the activity, while in the second series students were proposed to fulfill a task from the electronic tutorial "Human's Anatomy". During the first series we registered the parameters of the reaction time (RT) and EEG; in the second, we analyzed how much time did it take to the student to solve the task from the tutorial. Digitalized EEG and RT data were exported into the MATLAB program for further analysis.

The analysis of the tutorial task solving quality showed that successful students spent quite short time to deal with this work. Moreover, they demonstrated good quality of word and images recognition. The analysis of spectral EEG characteristics showed that, in the group of "successful" students, maximal expression focuses (MEFs) of delta- and teta-activities prevailed in the anterior cortex zones during the non-verbal task solving, and in the posterior cortex zones during the verbal task solving. Students from the "intermediate" group spent the same time, as did the "successful" students. They demonstrated good quality of verbal task solving, but it was harder for them to deal with visual tasks. In this group, MEFs of delta- and teta-activities were observed in the posterior cortex zones at solving both verbal and non-verbal tasks. This is, apparently, due to the use of the posterior attention system. Students of the "unsuccessful" group spent very much time to accomplish the work and demonstrated poor of verbal and non-verbal task solving. In subjects with low efficacy of the activity, both anterior and posterior cortex zones were activated in the delta-rhythm diapason during the verbal and non-verbal task solving. This is, apparently, connected with involvement of the anterior and posterior attention systems into the visual information processing (Aydarkin et.al, 2013).

Therefore, the successful verbal task solving is followed by activation of the posterior attention system, whereas solving of non-verbal tasks, conversely, implies activation of the anterior attention system. Incompliance with these strategies leads to the decrease in the quality of cognitive activity.

## ПРОВосПАЛИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ АЦЕТИЛИРОВАННОЙ ФОРМЫ ПРОЛИЛ-ГЛИЦИЛ-ПРОЛИНА (PGP) Куренкова А.Д.<sup>1</sup>, Умарова Б.А.<sup>1</sup>, Гаврилова С.А.<sup>1</sup>, Андреева Л.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия, Москва; <sup>2</sup>Институт молекулярной генетики РАН, Россия, Москва, [n\\_kurenkova@mail.ru](mailto:n_kurenkova@mail.ru)

Регуляторный пептид пролил-глицил-пролин (PGP) образуется в очаге воспаления, но быстро деградирует, вследствие чего время его действия сокращается. Поэтому актуальным является поиск более стабильных форм, сохраняющих его эффекты. В нашей работе мы осуществили такой поиск среди аналогов пептида, синтезированных в Институте молекулярной генетики РАН. Поскольку в число биологических свойств PGP входит способность препятствовать секреции тучными клетками (ТК) провоспалительного медиатора гистамина, мы определили, сохраняется ли эта способность при химической модификации молекулы пептида.

Для этого изолированные перитонеальные ТК крыс инкубировали 10 минут при 37°C с исследуемыми пептидами, а затем активировали аналогом АКТГ<sub>1-24</sub> – Синакеном (20 мкМ). Количество секретируемого гистамина определяли методом, основанным на реакции конденсации гистамина с ортофталевым альдегидом с образованием флуоресцентного комплекса. Установлено, что пептиды PG, GP, GPG, PGP, FPG, N-АсPGP, PGPL, PGPA и Семакс (АКТГ<sub>4-7</sub>PGP) ( $3 \cdot 10^{-8}$  М) снижали секрецию гистамина ТК на 18, 13, 22, 17, 37, 43, 22, 17 и 18% соответственно. Пептиды PLP, PLPA, FPLPA и RGP не оказывали влияния на секрецию гистамина. Следует отметить, что на секреторную активность ТК влияли пептиды, имеющие в своей структуре последовательность PG. Наиболее активной в этом отношении формой явился пептид N-АсPGP. Согласно данным литературы, эта более стабильная форма PGP, может образовываться в очаге воспаления. В наших экспериментах N-АсPGP (3,7 мкмоль/кг) оказывал провоспалительное действие, увеличивая размеры локального отека лапы крысы, вызванного подкожным введением гистамина (0,2 мг в 100 мкл). В другом эксперименте мы исследовали влияние ацетилированной формы пептида на состояние миокарда у крыс при необратимом ишемическом повреждении. Выбор этой модели обусловлен тем, что развитие ишемии сопровождается выраженной воспалительной реакцией. Необратимую ишемию получали перевязкой левой коронарной артерии. Пептид вводили четырехкратно в концентрации 0,17 мкмоль/кг. В группе животных, получавших пептид, установлено достоверное по сравнению с контрольной группой увеличение (на 38%) площади поражения миокарда через 72 часа после наложения лигатуры.

Таким образом, N-АсPGP сохраняет способность PGP препятствовать секреции гистамина ТК. Вместе с тем, N-АсPGP в использованных нами моделях оказывает провоспалительное действие. Выраженность и значимость этих свойств пептида, вероятно, зависит от типа и этапа развития воспалительной реакции.

## PROINFLAMMATORY ACTION OF PROLYL-GLYCYL-PROLINE (PGP) ACETYLATED FORM

Kurenkova A.D.<sup>1</sup>, Umarova B.A.<sup>1</sup>, Gavrilova S.A.<sup>1</sup>, Andreeva L.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; <sup>2</sup> Institute of molecular genetics RAS, Moscow, Russia,  
[n\\_kurenkova@mail.ru](mailto:n_kurenkova@mail.ru)

Regulatory peptide glycyL-prolyl-proline (PGP) is formed in the site of inflammation, but it degrades quickly, that result to reducing operation time. So it is important to search for more stable forms, preserving its effects. In our work we have carried out a search among the peptide analogues synthesized in the Institute of Molecular Genetics RAS. Since PGP is able to prevent the secretion of proinflammatory mediator histamine by mast cells (MC), we determined whether the chemically modified peptide retain this ability.

Isolated rat peritoneal MC have been incubated for 10 minutes at 37°C with test peptides and then activated by ACTH<sub>1-24</sub> analogue Synacthen (20 mM). The amount of secreted histamine has been determined by a method based on a condensation of histamine with ortho-phthalaldehyde resulting to fluorescent complex formation. It has been established that PG, GP, GPG, PGP, FPG, N-AcPGP, PGPL, PGPA and Semax (ACTH<sub>4-7</sub>PGP) (3 \* 10<sup>-8</sup> M) reduced histamine release by MC at 18, 13, 22, 17, 37, 43, 22, 17 and 18%, respectively. Peptides PLP, PLPA, FPLPA and RGP had no effect on the histamine secretion. It should be noted that the peptides having the PG sequence in its structure had an effect on MC secretory activity. In this respect most active form was N-AcPGP. According to the literature, this is more stable form of the PGP and can be formed in the site of inflammation. In our experiments, the N-AcPGP (3,7 mmol/kg) had proinflammatory effect. It have increased the size of the rat paw edema induced by subcutaneous administration of histamine (0,2 mg in 100 µl). In another experiment we have examined the effect of acetylated form of the peptide on rats myocardium state with irreversible ischemic damage because the development of ischemia accompanied by severe inflammatory response. Irreversible ischemia have been obtained by left coronary artery ligation. The peptide has been administered four times (0,17 µmol/kg). In the group of animals treated with peptide we have established magnification of the area of myocardial injury (38%) after 72 hours following the ligation compared with the control group.

Thus, N-AcPGP retains the ability of PGP to prevent the secretion of MC histamine. However, in our models N-AcPGP had proinflammatory effect. Intensity of these peptide properties probably depends on the type and stage of inflammatory response development.

## СИСТЕМА GLP В РОССИЙСКОЙ НАУКЕ

Курская О.В.

ООО Научно-исследовательский институт ХимПар (ранее – ЗАО Исследовательский институт химического разнообразия), Химки, Московская обл., Россия; [okurskaya@yandex.ru](mailto:okurskaya@yandex.ru)

GLP (Good Laboratory Practice – Надлежащая Лабораторная практика) – система норм, правил и требований, направленных на обеспечение согласованности, достоверности и воспроизводимости результатов лабораторных исследований. Основной задачей GLP является обеспечение возможности полного отслеживания и восстановления хода исследования. Это система стандартов, на основании которых осуществляется планирование, проведение и оформление отчетов доклинических исследований, связанных с определением безопасности и эффективности новых лекарственных средств, химических соединений в составе пестицидов, ветеринарных препаратов и т.д. Исследования по системе GLP, как правило, очень сложные и длительные. Они требуют строгого соблюдения ряда параметров, начиная с температур и влажности в лаборатории вплоть до четко отлаженного документооборота.

Внедрение системы GLP в России привело к пересмотру действующих документов, регламентирующих лабораторную практику и созданию новых, более актуальных документов и ГОСТ. В частности, до 2014 г. практически отсутствовал документ, устанавливавший требования к вивариям для содержания животных. Существовал разработанный в 1973 г. и утративший свою актуальность, «устаревший» СанПиН 1045-73 «Санитарные правила по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев). Однако в 2014 г. был разработан новый документ, учитывающий современные особые требования к содержанию и работе с лабораторными животными «САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ, ОБОРУДОВАНИЮ И СОДЕРЖАНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ КЛИНИК (ВИВАРИЕВ) СП 2.2.1.3218-14».

В России были и есть лаборатории, занимающиеся подобными исследованиями с результатами высокого уровня точности. Однако эти результаты должны быть сопоставимы с результатами аналогичных исследований, проводимых в других странах. Это позволит получить признание результатов исследований в российских лабораториях другими странами, в частности, странами-членами ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития) – одна из целей внедрения принципов GLP в нашей стране.

## ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯЦИИ НОРАДРЕНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МАПРОТИЛИНОМ НА АДРЕНОРЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ НЕЛИНЕЙНЫХ КРЫС

Курьянова Е.В., Трясучев А.В., Мясникова Е.А., Ступин В.О.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия, [fyzevk@rambler.ru](mailto:fyzevk@rambler.ru)

Работа нацелена на выявление особенностей адренореактивности сердечного ритма и эритроцитов крови при стимуляции норадренергической системы у нелинейных крыс. Стимуляцию норадренергической системы создавали 4-кратным введением мапротилина (10 мг/кг м.т. в/бр.). Адренореактивность сердечного ритма оценивали по изменению показателей variability сердечного ритма (VCP) на однократное введение анаприлина (2 мг/кг м.т. в/бр.). Адренореактивность эритроцитов (АРЭ) определяли по методике Стрюк и Длусской (2003). Результаты обработаны статистически в программе Statistica 10.

У крыс контрольной группы (n=12) средняя ЧСС составила  $355 \pm 16,3$  уд/мин, индекс напряжения (ИН) –  $24,4 \pm 3,5$  отн. ед., мощность спектра волн ВСП –  $23,4 \pm 2,9$  мс<sup>2</sup>, АРЭ –  $39,3 \pm 5,1$  отн. ед., что соответствовало ранее полученным данным (Курьянова Е.В. и соавт., 2014, 2015). После введения β-блокатора ЧСС снизилась на 29% (p≤0,001), ИН существенно не изменился, но мощность VLF-волн сократилась на 58% (p≤0,05). При этом значение АРЭ понизилось до  $20,4 \pm 1,6$  отн. ед., т.е. почти на 50% от исходного уровня (p≤0,01). У крыс опытной группы (n=12) стимуляция норадренергической системы сопровождалась повышением ЧСС на 12,7% (p≤0,05), трендом к росту ИН при двукратном ослаблении LF-волн (p≤0,01), а также ростом АРЭ до  $55,3 \pm 3,4$  отн. ед. (на 30% от исходной, p≤0,05). Реакция на введение β-блокатора у этих животных проявилась в урежении ЧСС на 14,8% (p≤0,01), повышении ИН в 2 раза (p≤0,01) за счет уменьшения мощности LF и VLF-волн на 66,7% и 85,5% соответственно (p≤0,05). Несколько неожиданным стало дальнейшее повышение АРЭ, среднее значение которой достигло  $67,5 \pm 3,2$  отн. ед. (p≤0,01). В итоге повышение АРЭ у животных со стимуляцией норадренергической системы в сочетании с введением β-блокатора составило около 60% от исходного уровня (p≤0,001).

Таким образом, стимуляция норадренергической системы мапротилином усиливает падение мощности медленных волн ВСП (LF и особенно VLF) при введении β-адреноблокатора. Кроме того, она повышает фоновую адренореактивность эритроцитов, а также способствует ее дальнейшему увеличению при введении в организм β-адреноблокатора. Выявленные изменения свидетельствуют, что введение мапротилина способно значительно повысить реактивность организма к веществам, воздействующим на периферические адренорецепторы, локализованные как в сердце, так и в мембране эритроцитов.

*Часть работы выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект 14-04-00912).*

### **EFFECT OF MAPROTIline STIMULATION OF THE NORADRENERGIC SYSTEM ON THE ADRENERGIC ACTIVITY OF HEART RATE AND BLOOD ERYTHROCYTE IN NONLINEAR RATS**

**Kuryanova E.V., Tryasuchev A.V., Myasnikova E.A., Stupin V.O.**

Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education Astrakhan State University,  
Astrakhan, Russia, [fyzevk@rambler.ru](mailto:fyzevk@rambler.ru)

The work is aimed to identifying features of adrenergic activity of heart rate and erythrocytes during the stimulation of the noradrenergic system of nonlinear rats. Stimulation of the noradrenergic system was created by fourfold intraperitoneally injection of maprotiline (10 mg/kg b.w.). The adrenergic activity of heart rate was assessed by changes of heart rate variability (HRV) on a single intraperitoneally injection of propranolol (2 mg/kg b.w.). The adrenergic activity of erythrocytes (ARE) determined by the method of Stryuk and Dlusskiy (2003). The results were processed statistically in Statistica 10 software.

In the control group of rats (n=12) the average heart frequency (HF<sub>r</sub>) was  $355 \pm 16,3$  beats/min, stress index (SI) –  $24,4 \pm 3,5$  rel.unit, waves spectral power of HRV -  $23,4 \pm 2,9$  ms<sup>2</sup>, ARE –  $39,3 \pm 5,1$  rel.unit, which corresponds to the previously obtained data (Kuryanova EV et al., 2014, 2015). The HF<sub>r</sub> decreased by 29% (p≤0,001), SI did not change significantly, but the power of VLF-waves decreased by 58% (p≤0,05) after the introduction of β-blocker. The value of the ARE dropped to  $20,4 \pm 1,6$  rel.unit, i.e., nearly 50% from the initial state (p≤0,01). In the experimental group of rats (n=12) the stimulation of the noradrenergic system was accompanied by an increase of HF<sub>r</sub> by 12,7% (p≤0,05), the trend to increased of SI with the double weakening of LF-waves (p≤0,01), as well as the growth of the ARE to  $55,3 \pm 3,4$  rel.unit (30% of the initial state, p≤0,05). The reaction to the introduction of β-blocker in these animals consisted in decrease of HF<sub>r</sub> by 14,8% (p≤0,01), increase of SI by 2 times (p≤0,01) due to reducing the power of LF and VLF-waves at 66,7% and 85,5%, respectively (p≤0,05). Increase of the ARE, which is the average value reached  $67,5 \pm 3,2$  rel.unit (p≤0,01) was something unexpected. As a result, the increase of ARE animals with stimulation of the noradrenergic system coupled with the introduction of the β-blocker composed 60% from the initial state (p≤0,001).

Thus, the maprotiline stimulation of the noradrenergic system increases the falling capacity of slow waves of HRV (LF and especially VLF) with the introduction of the β-blocker. Furthermore, it increases the background adrenergic activity of red blood cells, and contributes to its further increase when introduction of the β-blocker. The detected changes demonstrate that the introduction of maprotiline can significantly increase the reactivity of an organism to the substances, which act on the peripheral adrenergic receptors, located in the heart and in the erythrocyte membrane.

*Part of this work was supported by RFBR grant (project 14-04-00912).*

### **ДОЛГОСРОЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ НЕЙРОГИПОФИЗАРНОГО ВАЗОПРЕССИНА НА ПОЧКУ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

**Лавриненко В.А., Бабина А.В.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ), Новосибирск,  
Россия; [allium@list.ru](mailto:allium@list.ru)

Нейрогипофизарный гормон вазопрессин у млекопитающих является главным фактором, регулирующим реабсорбцию воды в почке путем повышения осмотической проницаемости эпителия собирательных трубок. Предполагается, что в регуляции потока воды между канальцевыми структурами и сосудами концентрирующего механизма принимает участие гиалуронан, основной неструктурный компонент внеклеточного матрикса. Для гомозиготных крыс Браттлборо с генетически обусловленным нарушением синтеза вазопрессина характерно значительное снижение содержания гиалуронана в мозговой зоне почки. Причина этого феномена до настоящего времени остается неясной. Показано, что введение таким животным агониста V<sub>2</sub>-рецепторов вазопрессина (десмопрессина, dDAVP) в течение четырех дней сопровождается нарастанием осмоляльности экскретуемой мочи и характерными для действия вазопрессина изменениями клеток эпителия собирательных трубок, но не оказывает существенного влияния на содержание гиалуронана межклеточного вещества.

В настоящей работе на вазопрессин-дефицитных крысах Браттлборо было исследовано осмотическое концентрирование, активность  $\beta$ -глюкуронидазы (экзогидролазы, участвующей в конечных этапах катаболизма гиалуронана) и состояние интерстиция мозгового вещества почки в условиях длительного (28 суток) введения аргинин-вазопрессина, реализующего свой эффект как через V2, так и V1 рецепторы. Содержание и экспериментальные процедуры проводили в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных экспериментальных животных и приказом Минздравсоцразвития РФ от 23.08.2010 г. № 708н «Об утверждении правил лабораторной практики».

Долговременный эффект гормона включает нормализацию осмотического концентрирования, что непосредственно связано с увеличением осмотического градиента в мозговом веществе почки. Функциональные изменения сопровождаются снижением числа гранул  $\beta$ -глюкуронидазы в мозговом веществе почки и нарастанием содержания гиалуронана в интерстиции, характер окраски которого свидетельствует о его низкополимерном состоянии.

Таким образом, выявленные изменения способствуют физиологической оптимизации антидиуретической реакции на вазопрессин в условиях длительного действия гормона.

### **LONG-TERM NEUROHYPOPHYSIAL VASOPRESSIN TREATMENT IN MAMMALIAN KIDNEY**

**Lavrinenko V.A., Babina A.V.**

Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia; allium@list.ru

The neurohypophysial hormone vasopressin is a major regulator of water reabsorption in the mammalian kidney via the increase of the osmotic permeability in the collecting duct epithelium.

Genetically determined defect of vasopressin synthesis in homozygous Brattleboro rats manifests in polydipsia, polyuria, and essential changes in the morphology of the renal medulla. Polyuria and hypotonia of the excreted urine are caused by impaired reabsorption of osmotically free water in the renal tubules and directly result from the absence of endogenous vasopressin. It was hypothesized that hyaluronic acid, the main nonstructural component of the extracellular matrix, is involved in the regulation of water transport between the tubular structures and vessels of the concentration mechanism. Homozygous Brattleboro rats are characterized by significantly reduced content of hyaluronic acid in the medullary zone of the kidney. It was shown that treatment with vasopressin (desmopressin), a V2 receptor agonist, for 4 days increased osmolarity of the excreted urine and induced vasopressin-specific changes in epitheliocytes of collecting tubules, but had virtually no effect on staining of interstitial hyaluronic acid. We studied the process of osmotic concentration, activity of  $\beta$ -glucuronidase (exohydrolase involved in final stages of hyaluronic acid metabolism), and interstitial hyaluronic acid status of the renal medulla under conditions of long (28 days) treatment with arginine-vasopressin realizing its effect through V2 and V1 receptors in vasopressin-deficient Brattleboro rats.

The long-lasting effect of the hormone includes normalization of osmotic concentration, decrease in the number of  $\beta$ -glucuronidase granules in the medulla, and increasing content of hyaluronan in the interstitium. Long-term treatment of Brattleboro rats with arginine-vasopressin was associated with not only activation of lysosomal hyaluronate hydrolases ( $\beta$ -glucuronidase served as an indicator of their status), but also with accumulation of hyaluronic acid in the renal medullary interstitium. The content of hyaluronic acid in the renal interstitium depends on activity of its biosynthesis in the interstitial cells, hyperosmolarity served as a factor stimulating this process. In the present study, the significant increase in osmolarity of released urine under the effect of vasopressin was presumably directly related to the increase in osmotic gradient in the medulla.

These changes promote physiological optimization of the antidiuretic reaction to vasopressin.

### **НОВЫЕ ПОДХОДЫ К НЕЙРОМОДУЛЯЦИИ СПИННОГО МОЗГА**

**Лавров И.Н.**

Mayo Clinic, США; КФУ, Россия, [lavrovi@gmail.com](mailto:lavrovi@gmail.com)

Восстановление двигательных функций одна из основных задач реабилитации пациентов с повреждением спинного мозга. Электрическая эпидуральная стимуляция спинного мозга успешно применяется для лечения болевых синдромов с 60х годов прошлого столетия и появление этого метода связано с развитием теории воротного контроля (Melzack and Wall, 1965). Позже было показано что в облегчении болевых симптомов посредством стимуляции спинного мозга также участвуют супраспинальные структуры, однако изучение изменения активности головного мозга при воздействии эпидуральной стимуляции не исследовалось систематически. Успешное применение в последние годы новых подходов к нейромодуляции спинного мозга в восстановлении моторных и сенсорных функций значительно расширило возможности этого метода и требует лучшего понимания механизмов наблюдаемых эффектов. В данном докладе будут обсуждаться новые данные по нейромодуляции спинного мозга на больших моделях животных и в частности стереотаксические подходы для внутриспинальной стимуляции, сочетанная эпидуральная и внутриспинальная стимуляция, а также влияние эпидуральной стимуляции поясничного отдела спинного мозга на активность структур головного мозга.

### **NEW APPROACHES IN SPINAL CORD NEUROMODULATION**

**Lavrov I.N.**

Mayo Clinic, USA; KFU, Russia, [lavrovi@gmail.com](mailto:lavrovi@gmail.com)

Restoration of motor functions – one of the main objectives in rehabilitation of patients with spinal cord injury. Spinal cord epidural stimulation was successfully implemented for treatment of pain syndromes a few decades ago and was connected with development of the 'Gait control theory' (Melzack and Wall, 1965). Later it was described that supraspinal structures can also participate in inhibition of pain during spinal cord stimulation, however, no systematic studies were conducted in order to study changes in brain activity during epidural stimulation. Successful application of new approaches of spinal cord neuromodulation in restoration of motor and sensory

functions expanded capacity of this technique and requires more information regarding background mechanisms of observed effects. In this work we will discuss new data on spinal cord neuromodulation on big animal models and particularly the stereotaxic approaches for intraspinal microstimulation, combined epidural and intraspinal stimulation, as well as effects of spinal cord epidural stimulation on activity of different brain structures.

### **НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ ЭЭГ-ПАТТЕРНОВ В ЗАМКНУТОМ КОНТУРЕ ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР**

**Д.М. Лазуренко, И.Е. Шепелев, В.Н. Киroy**

НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана, Южный Федеральный Университет,  
Россия, Ростов-на-Дону; [mityasky@ya.ru](mailto:mityasky@ya.ru)

В работе предложен новый нейросетевой подход к детекции и классификации в режиме реального времени пространственно-временных паттернов ЭЭГ, связанных с произвольным мысленным выполнением движений руками, ногами и языком. В основе подхода лежит метод Радиальных Базисных Функций (РБФ), обучаемых оригинальным соревновательно-градиентным алгоритмом настройки параметров сети и алгоритмом интерпретации временной последовательности ответов, а также активационных функций комитета сетей. Создан и протестирован асинхронный нейроинтерфейс, базовым элементом которого является классификатор, состоящий из комитета 5 нейросетей для детектирования четырёх типов мысленных движений. В серии из 100 обследований, проведённых с использованием нейроинтерфейса, показана, преимущественно, положительная динамика результатов обучения по управлению компьютерным курсором в игровой форме. Результаты исследования обсуждаются в контексте представлений о нейрофизиологических механизмах подготовки и реализации произвольно выполняемых мысленных движений.

### **NEURAL NETWORK APPROACH FOR DETECTION AND CLASSIFICATION OF EEG PATTERNS IN THE CLOSED-LOOP BRAIN-COMPUTER INTERFACE**

**D.M. Lazurenko, I.E. Shepelev, V.N. Kirov**

A.B. Kogan Research Institute for Neurocybernetics, Southern Federal University, Russia, Rostov-on-don;  
[mityasky@ya.ru](mailto:mityasky@ya.ru)

In the present paper we propose a new neural network approach to the real-time detection and classification of motor imagery spatio-temporal EEG patterns. Target patterns associated with voluntary mental execution of hands, feet and tongue movements have been used. The approach is based on the method of Radial Basis Functions (RBF) trained by the original competition-gradient algorithm for tuning the network parameters. The algorithm of interpretation of temporal sequences of network responses and the activation functions of the committee networks have been developed. Asynchronous brain-computer interface for the detection of four types of mental movements was designed and tested. The basic element of interface is a classifier consisting of 5 Committee of neural networks. In a series of 100 surveys conducted using neural interface a positive dynamic in learning results of computer cursor control in a playful way has been shown. The results discussed in the context of neurophysiological mechanisms of preparation and execution of voluntary motor imagery.

### **СВЯЗЬ СКЛОННОСТИ К ДЕВИАНТНОМУ ПОВЕДЕНИЮ С ЛИЧНОСТНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ЧЕЛОВЕКА**

**Лактионова О.И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет» им.И.С. Тургенева, г. Орел, Россия, [Laktionova57@mail.ru](mailto:Laktionova57@mail.ru)

Наркомания, алкоголизм, преступность и другие виды девиантного поведения – это важные проблемы нашего общества. Особенности личности, вероятно, являются внутренними факторами девиантного поведения, зная которые можно прогнозировать его развитие. В своем исследовании мы поставили цель изучить особенности личности при склонности к разным видам девиантного поведения. Склонность к разным видам девиантного поведения оценивали с помощью методик А.Н.Орел и М. Цукермана, личностные особенности выявляли с помощью 16-факторного опросника Р. Кэттела и опросника Г. Айзенка. Для оценки связей между показателями проводили корреляционный и регрессионный анализы с помощью пакета статистических программ STATISTICA 10.

В ходе исследования было установлено, что склонность к аддиктивному (зависимому) поведению коррелирует с ригидностью, то есть со стремлением к поддержке установившихся понятий, сомнением в новых идеях, отрицанием необходимости перемен. Полученный результат свидетельствовал также о чрезмерном беспокойстве, неудовлетворенности и напряженности склонных к аддикции лиц. При этом они не стремятся к реализации саморазрушающего поведения, но имеют тенденцию к соматизации тревоги и к реализации комплексов вины в поведенческих реакциях. Склонность к аддиктивному поведению уменьшается при увеличении показателей по шкалам «Поиск новых впечатлений» и «Неадаптивное стремление к трудностям». Личности, склонные к аддиктивному поведению, отличаются относительным благоразумием, осторожностью, рассудительностью, молчаливостью, пессимистичностью в восприятии действительности, беспокойством о будущем, ожиданием неудач, в то же время слабостью волевого контроля над эмоциональной сферой, то есть нежеланием или неспособностью контролировать поведенческие проявления эмоциональных реакций.

Личности, склонные к делинквентному (противоправному) поведению, отличаются от склонных к аддикции лиц стремлением противопоставлять собственные нормы и ценности групповым. Они жизнерадостны, импульсивны, эмоциональны, динамичны в общении, безмятежны, хладнокровны и уверены в себе, самонадеянны. Им свойственно отсутствие чувства вины, равнодушие к оценке своих

действий окружающими, рассудочность, реалистичность суждений, практичность, жесткость, суровость, черствость по отношению к окружающим, стремление руководить группой.

Таким образом, полученные корреляционные и регрессионные коэффициенты, отражающие связи между особенностями личности и склонностью к той или иной форме девиантного поведения, позволяют прогнозировать его развитие и на этой основе строить профилактические и коррекционные мероприятия.

### **INTERCONNECTION OF PROPENSITY FOR DEVIANT BEHAVIOR WITH THE PERSONAL CHARACTERISTICS OF A MAN**

**Laktionova O.I.**

Federal State Institution of Higher Education "Orel State University" name of I.S. Turgenev, Orel, Russia,  
[Laktionova57@mail.ru](mailto:Laktionova57@mail.ru)

Drug addiction, alcoholism, crime and other forms of deviant behavior are important problems in our society. Features of the individual are likely to be internal factors of deviant behavior, knowing which we can predict its development. The purpose of our research was to study the features of the person with a propensity to different types of deviant behavior. Tendency to various types of deviant behavior was assessed using methodologies of A.N. Orel and M. Zuckerman, personality traits were detected by 16-factor questionnaire of Kettel R. and H. Eysenck's questionnaire. To evaluate the relationships between indicators, correlation and regression analyzes were carried out using STATISTICA 10 software.

It was found that the tendency to addictive (dependent) behavior correlates with the rigidity, that is, the desire to support the established notions, doubts in new ideas, denial of the need for change. Our results also indicated to excessive anxiety, frustration and tension of people apt to addiction. At the same time they do not aspire to the realization of self-destructive behavior, but have a tendency to somatization of anxiety and to realization of guilt complexes in behavioral reactions. The tendency to addictive behavior decreases with an increase on the scale "search for new experiences" and "non-adaptive pursuit of difficulties." Individuals apt to addictive behavior are characterized by a relative prudence, caution, discretion, taciturnity, pessimistic perception of reality, anxiety about the future, the expectation of failure, at the same time by weakness of voluntary control over the emotional sphere, that is the reluctance or inability to control the behavioral demonstrations of emotional reactions.

Individuals prone to delinquent (unlawful) behavior are different from people prone to addiction by tendency to set against their own norms and values and such of the group. They are cheerful, impulsive, emotional, dynamic in communication, serene, cool and self-confident, self-reliant. They tend to lack a sense of guilt, indifference to the evaluation of their actions by people around, rational, realistic judgments, practicality, rigidity, harshness, callousness towards others, the desire to lead a group.

Thus, the correlation and regression coefficients, that reflect the relationship between personality characteristics and tendency to some form of deviant behavior, allow to predict its development and to build preventive and corrective measures.

### **ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПЕРИОДОНТИТ-ОРГАН (СЕРДЦЕ) – МИШЕНЬ В ПАРОДОНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ**

**Лакуста В.Н., Фала В.Д.**

Институт физиологии и санокреатологии Академии наук Молдовы, Кишинэу, Республика Молдова,  
[victor.lacusta@usmf.md](mailto:victor.lacusta@usmf.md)

*Цель исследования:* изучить корреляции морфо-функциональных показателей стоматогнатической системы и субклинических проявлений ишемии миокарда у пациентов с хроническим пародонтитом. *Материалы и методы.* Были исследованы 94 пациента с выраженными и умеренными проявлениями пародонтита в возрасте от 25 до 58 лет. В исследование включались пациенты без клинических проявлений сердечно-сосудистых заболеваний и патологических признаков ЭКГ. Клинический диагноз пародонтита был подтвержден радиологическими исследованиями. Для диагностики субклинических ишемических нарушений в миокарде (СИИМ) использовали *ECG dispersion mapping (CardioVisor-06s, Россия)*. Для анализа корреляционных связей проводили жевательный тест и профессиональную гигиену полости рта. *Результаты.* Были выявлены следующие корреляционные статистически достоверные связи: СИИМ – выраженность пародонтита ( $R_{xy} = 0.75, p < 0.001$ ); СИИМ – длительности пародонтита ( $R_{xy} = 0.59, p < 0.01$ ); СИИМ – возраст больных ( $R_{xy} = 0.42, p < 0.05$ ); СИИМ – уровень систолического артериального давления ( $R_{xy} = 0.46, p < 0.05$ ). Комплексное исследование позволило сформулировать клинко-физиологическую концепцию *пародонтит-сердце-мишень*. Патологическая система *пародонтит-орган-мишень* формируется в результате последовательных событий: предрасположенность (восприимчивость) к поражению пародонта, факторы риска, неудовлетворительная гигиена полости рта → снижение защитного потенциала организма и анатомо-физиологических барьеров в стоматогнатической системе → инфицирование полости рта (структуры зуба и пародонта) → критическое накопление бактерий и других патогенных факторов с преодолением защитных барьеров и началом воспалительного процесса в пародонте → хронизация патологического процесса с дальнейшим вовлечением в процесс структур пародонта и зуба, с образованием непрерывно-обновляемого пародонтального патологического резервуара ↔ бактериальная инвазия из пародонтального резервуара в системное кровообращение (бактериемия/токсемия/эндотоксемия и др.) с запуском и развитием системных нарушений ↔ *бактериальное прилипание* к различным структурам и органам (*locus minoris resistentiae*), колонизация с образованием различных многосторонних патологических связей и системы *пародонтит-орган-мишень*. Выводы: с целью оптимизации диагностического и лечебного процесса у больных с хроническим пародонтитом, профилактики ишемических расстройств в миокарде целесообразно учитывать клинические проявления заболевания и субклинические признаки ишемии миокарда (СИИМ).

## A PHYSIOLOGY-BASED PERIODONTITIS-ORGAN (HEART) - TARGET CONCEPT IN PERIODONTAL MEDICINE

Lacusta V.N., Fala V.D.

The Institute of Physiology and Sanocreatology of the Academy of Sciences of Moldova, Chisinau, the Republic of Moldova, [victor.lacusta@usmf.md](mailto:victor.lacusta@usmf.md)

*Aim of the study:* to identify the correlations between the morpho-functional indices of the stomatognathic system and the preclinical manifestations of the myocardial ischemia in patients with chronic periodontitis. *Materials and methods.* Ninety-four patients with moderate and severe chronic periodontitis (aged between 25-58 years) participated in the study. There were selected patients without clinical signs of cardiovascular disease and pathological ECG signs. Periodontitis was diagnosed by clinical and radiological exam. *ECG dispersion mapping (CardioVisor-06s, Russia)* was used to identify preclinical ischemic myocardial signs (PIMS). Several tests were conducted (masticatory test, oral hygiene test) for identifying various correlations. *Results.* We have observed the following correlations: PIMS – periodontitis severity ( $R_{xy} = 0.75$ ,  $p < 0.001$ ); PIMS – periodontitis duration ( $R_{xy} = 0.59$ ,  $p < 0.01$ ), PIMS – patient's age ( $R_{xy} = 0.42$ ,  $p < 0.05$ ); PIMS – systolic blood pressure ( $R_{xy} = 0.46$ ,  $p < 0.05$ ). The complex investigation lead us to propose the clinical-physiological concept – *periodontitis-heart-target*. The pathological system *periodontitis-target organ* is formed as a result of a sequence of events: susceptibility to periodontal diseases, risk factors, deficient oral hygiene → reduction of body defense potential and of the anatomical-physiological barriers in the stomatognathic system → oral infection (dental/periodontal structures) → critical quantity of accumulated bacteria/pathogens, defense barrier penetration with the initiation of the inflammatory periodontal process → chronicization of the pathological process, progressive to the dental and periodontal structures, formation of the continuous renewing periodontal pathogenic reservoir ↔ bacterial invasion from the periodontal reservoir to the systemic blood stream (bacteremia/toxemia/endotoxemia etc.), the initiation and evolution of systemic disorders ↔ bacterial adherence to different non-oral structures and target organs (*locus minoris resistentiae*), colonization, formation of multidirectional connections. *Conclusion:* In order to optimize the diagnosis and treatment of chronic periodontitis, along with the analysis of clinical manifestations, it is reasonable to identify the physiological indices of PIMS for ensuring the efficient treatment of chronic periodontitis and the prophylaxis of myocardial disorders.

## ПОКАЗАТЕЛИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ ГИПОТИРЕОЗОМ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕЧЕНИЯ L-ТИРОКСИНОМ

Лакуста В.Н.\*, Вуду Л.Ф.

Институт Физиологии и Санокреатологии Академии Наук Молдовы,  
Государственный Университет Медицины и Фармацевтики «Николай Тестемитану» Республики Молдова,  
Кишинэу, Республика Молдова, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com).

*Цель исследования:* изучить показатели вегетативной регуляции в сердечно-сосудистой системе у больных с первичным гипотиреозом под влиянием лечения L-тироксина. *Материал и методы.* Для исследования выбрали больных с первичным гипотиреозом, женского пола, в возрасте от 20 до 60 лет, без выраженных сердечно-сосудистых заболеваний и другой выраженной сопутствующей патологии ( $n=15$ ). Отбирали больных без патологических изменений классической ЭКГ. Вегетативную регуляцию изучали на основе спектрального анализа ритма сердца. *Результаты.* Результаты спектрального анализа ритма сердца позволили разделить больных на 3 группы, в зависимости от функционально-адаптивного потенциала сердечно-сосудистой системы: функционально-адаптивный потенциал в пределах нормы (LFnu=44,23±4,93; HFnu=56,11±4,97; LF/HFun=1,01±0,22); напряженный вариант функционально-адаптивного потенциала (LFnu=56,68±8,94; HFnu=43,32±8,94; LF/HFun=1,74±0,55); низкий уровень функционально-адаптивного потенциала (LFnu=59,21±6,56; HFnu=40,78±6,56; LF/HFun=2,64±0,12). Накопленный опыт демонстрирует, что учет этих вариантов функционально-адаптивного потенциала позволяет дифференцировать различные степени тяжести дисрегуляторной кардиопатии. Установлено, что у больных с напряженным вариантом функционально-адаптивного потенциала преобладают нейрогенные нарушения процессов вегетативной регуляции (66,7%), а у больных с низким уровнем функционально-адаптивного потенциала преобладают нейрогуморальные нарушения (74,3%). Под влиянием лечения L-тироксина (1,6 мкг/кг массы тела) выявлена определенная динамика изменения функционально-адаптивного потенциала, соответственно – до лечения и на фоне лечения в течение 60-и дней: нормальный вариант функционально-адаптивного потенциала 13,3% – 20%; напряженный вариант функционально-адаптивного потенциала – 33,3% – 60%; низкий уровень функционально-адаптивного потенциала – 53,3% – 20%.

*Выводы.* 1. У больных с первичным гипотиреозом без сопутствующей патологии применение спектрального анализа ритма сердца позволяет выделить различные варианты функционально-адаптивного потенциала (нормальный, напряженный, сниженный). 2. У больных с гипотиреозом функционально-адаптивный потенциал отражает различные количественные и качественные показатели вегетативной регуляции в сердечно-сосудистой системе. 3. Определение функционально-адаптивного потенциала позволяет оптимизировать диагностический и терапевтический процессы.

## INDICATORS OF VEGETATIVE REGULATION OF HEART RHYTHM IN PATIENTS WITH HYPOTHYROIDISM AFTER TREATMENT WITH L-THYROXINE

Lacusta V.N.\*, Vudu L.F.

\* The Institute of Physiology and Sanocreatology of the Academy of Sciences of Moldova, The State University of Medicine and Pharmacy "Nicolae Testemitanu", Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

*Aim of the research:* to study the indicators of vegetative regulation in the cardiovascular system in patients with primary hypothyroidism under the influence of treatment with L-thyroxine. *Material and methods.* Patients with

primary hypothyroidism, females, aged 20 to 60 years, without overt heart disease and other severe comorbidity were selected for the research (n = 15). Patients without pathological signs on ECG were selected. Vegetative regulation was studied on the basis of spectral analysis of heart rate. *Results.* The results of spectral analysis of heart rate have allowed to divide the patients into 3 groups depending on the functional-adaptive potential of the cardiovascular system: functional-adaptive potential within the normal range (LFnu =  $44,23 \pm 4,93$ ; HFnu =  $56,11 \pm 4,97$ ; LF/HFun =  $1,01 \pm 0,22$ ); tense version of functional-adaptive potential (LFnu =  $56,68 \pm 8,94$ ; HFnu =  $43,32 \pm 8,94$ ; LF/HFun =  $1,74 \pm 0,55$ ); decreased levels of functional-adaptive capacity (LFnu =  $59,21 \pm 6,56$ ; HFnu =  $40,78 \pm 6,56$ ; LF/HFun =  $2,64 \pm 0,12$ ). Experience demonstrates that taking into consideration these varieties of functional-adaptive potential allows to differentiate varying degrees of severity of disregulatory (functional) cardiomyopathy. It was found that neurogenic disfunction of the vegetative regulation processes prevail in patients with tense functional-adaptive potential (66.7%), and neurohumoral disfunction prevail in patients with a decreased level of functional-adaptive potential (74.3%). A specific dynamics of change of functional and adaptive capacity has been identified under the influence of L-thyroxine treatment (1.6 g/kg body weight), before and during the treatment within 60 days respectively: normal version of the functional-adaptive potential 13.3% – 20 %; tense version of functional-adaptive potential – 33.3% – 60%; decreased level of functional-adaptive potential – 53.3% – 20%. *Conclusions.* 1) In patients with primary hypothyroidism without comorbidities, use of spectral analysis of heart rate allows to determine different varieties of functional-adaptive potential (normal, tense, decreased). 2) In patients with hypothyroidism, functional-adaptive potential reflects the various quantitative and qualitative indicators of vegetative regulation in the cardiovascular system. 3) Determination of functional-adaptive potential allows to optimize diagnostic and therapeutic processes.

### **УВЛЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫМИ ИГРАМИ В ДОШКОЛЬНОМ ВОЗРАСТЕ ЗАТРУДНЯЕТ РАЗВИТИЕ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ**

**Левашов О.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научный Центр Неврологии РАМН,  
Москва, Россия

Ребенок, играя в компьютерные игры, почти всю нужную информацию после своих действий получает прямо на экране, ему не нужно что-то считать, продумывать "ходы" (как в шахматах), мысленно проигрывать варианты тактики. В результате у детей не используется так называемая рабочая память (РП). РП – это промежуточная память, удерживающая входную информацию в течение нескольких секунд и позволяющая манипулировать с поступившими "единицами информации" с помощью "мозговых опций". Именно в пространстве РП и начинается процесс мышления. Экспериментальные исследования когнитивных возможностей человека показывают, что объем рабочей памяти – самый точный индикатор интеллекта (Клингберг, Перегруженный мозг. 2010).

Для оценки влияния компьютерных игр на развитие РП в детстве мы провели экспериментальное обследование двух групп детей – геймеров (далее Г), игравших более 1 часа в день в течение не менее 2 лет (некоторые играли с 2 лет!), и не-геймеров (НГ).

**Испытуемые.** 1-я группа: 14 детей в возрасте 5 лет ( 14 мальчиков, 2я группа: и 10 девочек) и 12 детей в возрасте 9-10 лет (поровну мальчиков и девочек).

**Процедура.** В 1й группе каждому устно называли 7 цифр в случайном порядке, которые он должен был повторить в том же порядке. Всего давалось 7 попыток (устных повторений серии цифр), максимальная оценка была 14 баллов. Во 2й группе предъявляли устно 9 цифр, при 7 повторах. Максимальная оценка – 24 балла. Оценивали средний объем РП в каждой группе у мальчиков и девочек.

**Результаты. 1я группа.** Показан средний объем РП в баллах.

Девочки: Геймеры – 9, Негеймеры – 11,5. Мальчики : Геймеры- 10, Негеймеры – 12

2я группа. Девочки: Геймеры-11. Негеймеры- 13. Мальчики: Геймеры- 12, Негеймеры- 13,5

**Обсуждение.** Результаты показывают, что в обеих группах у НГ объем РП выше, чем у Г.

**Выводы.** Играя в компьютерные игры, ребенок мало использует рабочую память, поскольку все промежуточные результаты (последствия нажатия на кнопки в игре) сразу же появляются на экране. Но если мыслительная функция мало используется, то она не развивается. Таков закон нейробиологии.

### **ADDICTION TO COMPUTER GAMES IN PRESCHOOL AGE DETERIORATES THE WORKING MEMORY**

**Levashov O.**

Scientific Centre of Neurology, Moscow, Russia

The Working Memory (WM) is the intermediate storage for input information item processing. WM is considered as the base for human reasoning and learning (Klingberg, 2010). We have experimentally measured the volume of WM in two group of children of 5 and 10 years old. **Subjects.** First group, 5 years old.: 24 Ss (14 male and 10 female). Second group, 9-10 years old: 12 Ss (6 male and 6 female). **Procedure.** Ss in the 1st group had to remind 7 digits in random order, 7 trials. Max score – 14, Ss in the 2nd group had to remind 9 digits in random order, 7 trials, Max score – 24. Digits were presented orally.

**Results.** We compared children who like computer games (CG) and play CG more than 1 year (gamers) and children who dislike CG or who lives without gadgets (nongamers). The volume of WM (score) was:

1st group. Males: gamers – 9. nongamers – 11,5.

Females: gamers – 10, nongamers – 12.

2 nd group. Males: gamers – 12. nongamers – 13,5. Females: gamers – 11. nongamers – 13

**Discussion.** The results obtained show a deterioration of working memory volume in gamers. A possible reason may be a fact that in computer games the WM isn't used effectively because all the results of gamer actions appear immediately on the screen. So our result means: Addiction to computer games leads to working memory deterioration



## ПОЧЕМУ ШКОЛЬНИКИ ПЛОХО ПОНИМАЮТ ОСНОВЫ ФИЗИКИ

<sup>1</sup>Левашов О.В., <sup>2</sup>Берлов С.П.

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научный Центр Неврологии РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> Национальный Исследовательский Технологический Университет "МИСиС"

Для понимания общих законов физики от ученика требуется развитое визуальное мышление и хорошая рабочая память. Это связано с тем, что в отличие от абстрактных математических построений физика – это наука о реальных непрерывных динамических процессах, которые в большинстве случаев протекают скрытно от глаз. Таковы понятия об электрическом токе, магнитном поле, фотоэффекте и т.д. Рабочая память – это промежуточная память, основное назначение которой – быть своего рода трехмерным "регистром", на котором мозг визуализирует (моделирует) свои гипотезы о мире, манипулирует с "единицами информации", перекачанным из кратковременной памяти. Согласно современным представлениям (Т. Клингберг, 2010), рабочая память является своеобразной базой продуктивного мышления, т.е. мышления, с помощью которого решаются наиболее трудные реальные задачи, не поддающиеся формальному анализу.

Если конкретизировать операции, выполняемые мозгом при освоении курса физики, то это, помимо визуализации гипотез-представлений о процессах, – мысленное вращение и перемещение "объектов", разбиение их на части, перемещения и комбинации частей в "виртуальном пространстве рабочей памяти".

Современная средняя школа, особенно начальная, делает упор на развитие вербально-логического мышления. Школа не заинтересована развивать у детей визуальное мышление, зрительно-моторный интеллект и креативность. В результате ученику трудно представлять "в уме" сложные процессы, происходящие в реальном физическом мире. Под влияние общей компьютеризации преподавание физики в школе еще более алгоритмизируется. Оно зачастую сводится к запоминанию формул, а решение физических задач – к использованию готовых формул и выполнению заученной серии действий. Физический смысл при такой методике обучения остается для ученика скрытым, а решение нетривиальных физических задач – невозможным.

Наша практика преподавания физики в ВУЗе показала, что, в отличие от общепринятого представления "сила есть – ума не надо", студенты-спортсмены заметно лучше других понимают суть сложных "динамических процессов", лежащих в основе физики, а также проявляют больше упорства при решении сложных задач. Это может объясняться более мощным зрительно-моторным интеллект, связанным с нейронными структурами правого полушария коры мозга, которые гораздо лучше развивается в условиях игр с мячом и другими предметами, передвижений в пространстве и при выполнении сложных гимнастических упражнений.

Для того, чтобы преодолеть кризис в обучении физике мы предлагаем в корне изменить подход к обучению детей в дошкольном и младшем школьном возрасте – перейти к более гармоничному стилю обучения, при котором развитие правого полушария, визуального мышления и зрительно-пространственного интеллекта будет поставлено во главу угла, а задача обучения чтению и письму перестанет быть первостепенной. Примерно так, как проходило обучение по Вальдорфской методике.

## WHY STUDENTS DON'T UNDERSTAND THE BASE OF PHYSICS

<sup>1</sup>Levashov O., <sup>2</sup>Berlov S.

<sup>1</sup> Scientific Centre of Neurology, Moscow, Russia

<sup>2</sup> National University of Science and Technology MISIS

In order to understand physics a student must have a good working memory and visual reasoning. In contrast to maths, physics laws describe the hidden dynamical processes such as electricity, electromagnetic field, photo effect.

In this report we discuss the significant "bias" of up today methods of school and pre-school teaching to develop the left-brain reasoning style but not the right-brain visual reasoning. Moreover, addiction to computer games leads to inability of the most students to learn the basic natural sciences, especially physics. This is the challenge for modern society because these young people cannot provide the future technological progress.

## ВКЛАД КОЖНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПОЗНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРИ СЛАБОМ ТАКТИЛЬНОМ КОНТАКТЕ РУКИ

Левик Ю.С., Сметанин Б.Н., Кожина Г.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации РАН, Москва, Россия, [urilevik@yandex.ru](mailto:urilevik@yandex.ru)

Известно, что слабое, т. е. не создающее реальной физической опоры, прикосновение пальцем руки к неподвижному внешнему объекту приводит к уменьшению колебаний тела у стоящего человека. Влияние такого активного касания хорошо выражено также у лиц пожилого возраста и у больных с нарушениями равновесия. Считается, что в этом эффекте повинны кожные рецепторы пальца и мышечно-суставные рецепторы всей руки, посылающие в ЦНС дополнительную информацию об ориентации тела относительно внешнего окружения. Несмотря на наличие большого количества работ, посвященных постуральным эффектам тактильного контакта, остается неясным в какой степени его влияние на устойчивость вертикальной позы связано непосредственно с активным произвольным способом выполнения. Чтобы ответить на этот вопрос была поставлена задача выяснить, может ли чисто тактильный пассивный стимул в отсутствие силового контакта с поверхностью также оказывать стабилизирующий эффект на вертикальную позу.

Исследовали влияние тактильного контакта наружной поверхности предплечья левой расслабленной руки с плоскостью свободного конца упругой стальной пластины (пассивное касание) на стояние здоровых

испытываемых при их «погружении» в нестабильную виртуальную зрительную среду. Пластина могла изгибаться, мало изменяя свое давление на предплечье. При колебаниях в переднезаднем направлении предплечье легко смещалось вдоль пластины. Это делало невозможным ее использование в качестве дополнительной опоры. Дестабилизация виртуального зрительного окружения достигалась путем введения синфазной или противофазной связи между положением переднего плана виртуальной зрительной сцены и колебаниями тела. Анализ поддержания позы базировался на оценке амплитудно-частотных характеристик двух элементарных переменных, вычислявшихся из траекторий центра давления стоп (ЦДС) в фронтальном и сагиттальном направлении: траектории проекции центра тяжести на опору (переменная ЦТ) и разности между траекториями ЦДС и ЦТ в (переменная ЦДС-ЦТ).

Полученные результаты показали, что «пассивный контакт» также существенно улучшает поддержание позы, в том числе и в условиях дестабилизации зрительного окружения, хотя это улучшение и меньше, чем при обычном контакте. Улучшение стояния достигается за счет разнонаправленных и независимых друг от друга влияний на амплитудные и частотные характеристики элементарных переменных (ЦТ и ЦДС-ЦТ) процесса поддержания вертикальной позы.

*Работа была частично поддержана грантом РФФИ 14-04-00950.*

### **THE CONTRIBUTION OF THE CUTANEOUS AFFERENTATION IN PROVIDING OF ADDITIONAL POSTURAL STABILIZATION DURING WEAK TACTILE CONTACT OF THE HAND**

**Levik Y.S., Smetanin B.N., Kozhina G.V.**

Federal State Institution of Science Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [yurilevik@yandex.ru](mailto:yurilevik@yandex.ru)

It is known that the weak contact of the thumb, do not creating a real physical support, to a fixed object outside the body reduces the postural instability in a standing person. The impact of such an active touch is also well expressed in the elderly and in patients with balance disorders. It is believed that this effect is due to finger skin receptors and musculo-articular receptors of entire forelimb sending to CNS the additional information about the orientation of the body relative to the external environment. Despite the presence of a large number of studies devoted to the postural effects of tactile contact, it remains unclear to what extent its impact on the stability of the vertical posture is connected directly to the active voluntary involvement of subject. To answer this question we decided to find out whether a purely passive tactile stimulus in the absence of physical force contact with the surface also have a stabilizing effect on the vertical position.

The effect of the tactile contact of the outer surface of the left forearm of relaxed forelimb with the plane of the free end of the elastic steel plate (passive touch) on the standing of the healthy subjects during their "immersion" in an unstable virtual visual environment was studied. The plate can bent, not changing its pressure on the forearm. In case of fluctuations in the anteroposterior direction of the forearm easily shifted along the plate. This made it impossible to use it as additional support. The destabilization of the virtual visual environment was achieved by introducing a phase or antiphase relationship between the position of the front-end virtual visual scene and body vibrations. Analysis of the maintenance of posture was based on the evaluation of the amplitude-frequency characteristics of the two basic variables calculated from the trajectories of the center of pressure of feet (CP) in the frontal and sagittal direction, the trajectory of the projection center of gravity on the support (variable CG) and the difference between the trajectories of the CP and the CG in the (variable CP -CG).

The results showed that "passive contact" also significantly improves the maintenance of posture, even under conditions of a destabilization of the visual environment, although the improvement is less than during the conventional contact. Improving of the standing was achieved through divergent and mutually independent effects on the amplitude and frequency characteristics of basic variables (CP and CP-CG) of the process of maintenance of upright posture.

*This work was partially supported by grant RFBR 14-04-00950.*

### **НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СНОВИДЕНИЙ**

**Лемешко К.А.**

Государственное Бюджетное Учреждение Здравоохранения «Психиатрическая клиническая больница №1 им. Н.А. Алексеева», Москва, Россия, [konstantin.lemeshko@gmail.com](mailto:konstantin.lemeshko@gmail.com)

Представляется перспективным изучение особенностей сновидений при локальных поражениях мозга в русле нейропсихологического метода анализа синдромов.

Процесс сновидения полностью прекращается при левосторонних нижнетеменных поражениях. Клиническая картина этих поражений представлена латеральной дезориентацией и пальцевой агнозией (неполный синдром Герстмана). Представляется, что все эти сложные процессы задействуют элементарную функцию абстрагирования.

Аналогичный синдром встречается и при поражениях нижних отделов правой теменной доли. При этом в клинической картине преобладает дефицит зрительно-пространственной рабочей памяти. Эти люди не способны удерживать в сознании воспринятую информацию в виде симультанных зрительно-пространственных образов. Следовательно, именно эта функция неотъемлема также для формирования сновидения.

Полное прекращение процесса сновидения встречается и при билатеральном поражении белого вещества медио-базальных отделов лобных долей. Особенности бодрствования этих пациентов сходны с негативной симптоматикой, наблюдаемой в клинике эндогенных психозов, и характеризуются спонтанностью, безынициативностью и эмоциональной обедненностью. Следовательно, общим фактором здесь выступают механизмы спонтанной мотивации.

Поражение медио-базальных отделов височно-затылочной области приводит к весьма специфичному синдрому. Этим пациентам снятся сновидения, но они лишены зрительной образности. Им

же свойственен нейропсихологический симптом ирреминисценция – неспособность формировать зрительные ментальные образы. Неудивительно, что именно эта функция участвует в формировании галлюцинаторных образов сновидения.

Поражение лобно-лимбической зоны приводит к анозогнозии, пространственному игнорированию, удваивающейся парамнезии и конфабуляторной амнезии. Общим нарушенным механизмом при этих симптомах является нарушение тестирования реальности. Он же и обуславливает неспособность этих пациентов отличить действительность от сновидения.

Таким образом, нейропсихологический анализ синдромов, возникающих при локальных поражениях мозга, позволяет рассматривать сновидение как мотивационно насыщенный онтогенетически развивающийся сложный психический феномен. Данный вывод требует учёта психоаналитической парадигмы при изучении функций не только сновидений, но и других психических феноменов.

### **ПСИХОАНАЛИТИЧЕСКАЯ ПСИХОТЕРАПИЯ ПСИХОТИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ И КЛИНИЧЕСКИЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ**

**Ленцман М.В.<sup>1,2</sup>, Коробова Е.Л.<sup>3</sup>, Белов Е.Н.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Международный психоаналитический центр семьи, Санкт-Петербург, Россия, [MLensman@yandex.ru](mailto:MLensman@yandex.ru)

<sup>3</sup>Государственный психоневрологический диспансер СПб ГУЗ ГПНДС № 7, Санкт-Петербург, Россия

Шизофрения (ШФ), или, как она была названа Крепелином при ее выделении в самостоятельную нозологическую единицу, болезнь раннего слабоумия (dementia praecox), поражает молодых людей наиболее активного и трудоспособного возраста. По разным данным (Carpenter, 1995; публикации ВОЗ, 1997, 2009) распространенность манифестных форм шизофрении составляет от 0,77 до 0,85 (т.е. приблизительно 1% населения земного шара). При включении в эту группу других расстройств шизофренического спектра показатели существенно возрастают.

Успехи психофармакологии привели к созданию эффективных дифференциальных схем терапии разных форм ШФ. Психотерапия (ПТ), являясь исторически первым научно-обоснованным методом помощи больным ШФ, продолжает оставаться важным компонентом комплексной терапии этого заболевания (Карвасарский, 2002, Вид, 2008). При этом некоторые зарубежные авторы придают ПТ ведущее значение в лечении этого заболевания (Kernberg, 1982. Spontiz, 1957, 1962).

Анализ данных многочисленных широкомасштабных рандомизированных клинических исследований (РКИ) эффективности психотерапии при ШФ приводит к противоречивым выводам. Так, например, Gottdiener и Haslam (Gottdiener, 2002) на основании мета-анализа данных 37 РКИ с общим числом пациентов 2 642 делают вывод о наличии достоверного эффекта индивидуальной ПТ по сравнению с контролем (лечение как обычно) по показателям клинической оценки и показателям внешнего функционирования, а Huhn с соавторами (Huhn, 2014) на основании мета-анализа данных 33 РКИ с общим числом 3 423 пациента делают вывод о недостоверности эффекта ПТ по сравнению с контрольной группой. Спорными являются вопросы о выборе вида и формы психотерапии для этой группы пациентов, соответствие практического поведения психотерапевта заявленной им модели, а также о валидных способах оценки эффективности психотерапии. При этом, однако, большинство авторов единогласно во мнении о необходимости дальнейших исследований в этой области.

В докладе будет представлен обзор результатов мета-анализов РКИ эффективности ПТ при шизофрении, приведены данные описаний клинических случаев применения разных форм ПТ в лечении ШФ и представлены иллюстрации из собственного клинического опыта.

### **PSYCHODYNAMIC PSYCHOTHERAPY IN PSYCHOTIC PATIENTS. CASE REPORT AND LITERATURE REVIEW**

**Lentsman M.V.<sup>1,2</sup>, Korobova E.L.<sup>3</sup>, Belov E.V.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Pavlov Institute of Physiology Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup> International Psychoanalytic Center of Family, Saint-Petersburg, Russia

<sup>3</sup> State psychoneurological ambulatory, GPND № 7, Saint-Petersburg, Russia, [MLensman@yandex.ru](mailto:MLensman@yandex.ru)

### **ПРЕХОДЯЩАЯ ГЛОБАЛЬНАЯ ИШЕМИЯ МОЗГА ВЫЗЫВАЕТ ДОЛГОСРОЧНОЕ СНИЖЕНИЕ ПЕРФУЗИОННОГО РЕЗЕРВА МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ РЕАКТИВНОСТИ ПИАЛЬНЫХ СОСУДОВ**

**Ленцман М.В., Горшкова О.П., Артемьева А.И., Шуваева В.Н., Буров С.В.\***

Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

\*Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: [MLensman@yandex.ru](mailto:MLensman@yandex.ru)

При изучении проблемы сосудистых механизмов ишемического поражения головного мозга преимущество отдается исследованию процессов, происходящих в момент ишемии и в первые часы после нее; более поздний постишемический период, критически важный для понимания механизмов необратимых изменений, изучен недостаточно. Одним из основных факторов, определяющих последствия ишемии, является состояние реактивности мозговых сосудов, которая предопределяет возможность к дополнительному увеличению мозговой перфузии и обозначается как перфузионный резерв, для оценки которого используется гиперкапническая проба. Целью данной работы было изучение реакций пиальных сосудов крыс на гиперкапнию до и через 7, 14 и 21 день после проходящей неполной глобальной ишемии мозга.

Крысы линии Wistar подвергались ишемии путем окклюзии обеих сонных артерий на 12 мин с одновременной управляемой гипотензией на уровне  $45 \pm 3$  мм рт.ст. и последующей реинфузией крови, после чего выводились из наркоза и содержались в обычных условиях. На 7, 14 и 21 день после ишемии у

крыс методом прижизненной видеомикроскопии проводили сравнение реакций пиальных артериальных и венозных сосудов различных генераций на гиперкапнию, вызванную в/в введением ацетазоламида (1,3 мг/100 г массы тела).

Установлено, что преходящая неполная глобальная ишемия головного мозга приводит к снижению реактивности как артериального, так и венозного звеньев пиального сосудистого русла на гиперкапнию, сохраняющемуся на протяжении 21 дня после перенесенной ишемии. Преимущественно наблюдается уменьшение числа и степени дилаторных реакций крупных пиальных артериальных сосудов 1 и 2 генерации и констрикторных реакций мелких пиальных вен и венул.

#### **GLOBAL CEREBRAL ISCHEMIA CAUSE LONG-LASTING DECREASE IN BRAIN PERFUSION RESERVOIR VIA CHANGES IN PIAL VESSELS REACTIVITY**

**Lentsman M.V., Gorshkova O.P., Shuvaeva V.N., Artem'eva A.I., Burov S.V.\***

Pavlov Institute of Physiology Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia

\*Institute of High-Molecular Compounds Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia

E-mail: MLensman@yandex.ru

Cerebral blood vessels reactivity is one of the main determinants of final outcome of brain ischemia. Dilatatory capacity of cerebral arterioles (perfusion reservoir) is considered as an important factor of brain perfusion elevation in critical situations. Most of studies on the vascular mechanisms of ischemic brain injury, however, focus on the acute changes within ischemic period or several hours after it.

The aim of the current study was to examine the pia mater blood vessels reactivity in response to hypercapnia in rats, subjected to transient global cerebral ischemia, at 7, 14 and 21 days after ischemia. Hypercapnia was caused by i.v. injection of acetazolamide (1,3 mg/100 g body weight).

Transient global cerebral ischemia was induced in anesthetized Wistar rats by clamping of both common carotid arteries for 12 min with simultaneous controlled hypotension to  $45 \pm 3$  mm Hg, followed by blood reinfusion and recovering from anesthesia.

Three different groups of rats were re-anesthetized at 7, 14 or 21 days after ischemia and subjected to microvascular studies using in-vivo video microscopy method. The diameter changes of pia mater arteries and veins in response to hypercapnia were measured.

Global cerebral ischemia led to marked decrease in pial vessels (both arterioles and venules) reactivity in response to hypercapnia, caused by i.v. injection of acetazolamide. In intact rats, i.v. injection of acetazolamide led to pial arterioles dilation and pial venules constriction; in ischemic rats the number of dilated arterioles and constricted veins were much less, as well as an extent of arterial dilation. Reactivity changes were observed in all time points studied, being most prominent at 7 day post-ischemia.

Thus, transient global cerebral ischemia cause marked and long lasting (3 weeks) decrease in brain perfusion reservoir.

#### **ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЦЕНТРА ВОСПРИЯТИЯ РЕЧИ ПРИ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭЭГ-ЗАВИСИМОЙ СТИМУЛЯЦИИ**

**Леонова М.К., Константинов К.В.**

ГБНУ «ИЭМ», Санкт-Петербург, Россия

Выполнена оценка времени реакции на звуковые вербальные стимулы до и после процедур прослушивания акустического образа собственной ЭЭГ височных отведений справа и слева.

Обследовано 38 практически здоровых испытуемых, 16 мужчин и 22 женщины в возрасте от 19 до 37 лет, правши. Первая группа испытуемых («Т3»),

11 человек, прослушивала акустический образ собственной ЭЭГ левого височного отведения (Т3) в реальном времени. Во второй группе («Т4»), 12 человек прослушивали акустический образ собственной ЭЭГ правого височного отведения (Т4) в реальном времени. В третьей группе («контроль»), 15 человек прослушивали запись акустического образа ЭЭГ одного из испытуемых, сделанную заранее. Преобразование ЭЭГ в акустический образ осуществлялось на основе компьютерного преобразования текущих параметров ЭЭГ в параметры акустических стимулов. Звуки предъявлялись через головные телефоны бинаурально, глаза закрыты. Для каждого испытуемого устанавливался комфортный уровень громкости, среднее значение  $65 \pm 10$  дБ. Продолжительность сеанса 20 минут.

До и после процедуры прослушивания акустического образа ЭЭГ у всех испытуемых проводилось сенсорное тестирование, в котором оценивалась скорость реакции. В тесте «акустические слова» через головные телефоны в случайном порядке и с одинаковой вероятностью предъявлялись названия животных или птиц. Активным стимулом считалось название птицы. Время между стимулами составляло 1000 мс. Предлагалось 110 предъявлений. Оценивалось среднее время реакции на активные стимулы.

В группе «контроль» достоверных изменений времени реакции не зарегистрировано: до процедуры  $742,1 \pm 58,8$  мс, после процедуры  $726,5 \pm 81,9$  мс. В группе «Т3» время реакции уменьшилось с  $747,3 \pm 48,1$  мс до  $717,6 \pm 38,2$  мс ( $p < 0,01$ ). В группе «Т4» время реакции не изменилось: до процедуры  $756,6 \pm 85,8$  мс после процедуры  $725,9 \pm 66,8$  мс.

Таким образом, наблюдается дифференцированное увеличение функциональной активности той области мозга, с ЭЭГ которой формируется акустический образ, предъявляемый в реальном времени.

#### **THE MODULATION EFFICIENCY OF VERBAL STIMULI PROCESSING IN CONDITIONS OF LISTENING TO THE PATIENT'S OWN TEMPORAL REGIONS EEG ACOUSTIC IMAGE**

**Leonova M., Konstantinov K.**

Institute of Experimental Medicine, Saint-Petersburg, Russia, 197022, [synhros@yandex.ru](mailto:synhros@yandex.ru)

The evaluation of reaction time on auditory verbal stimuli was performed before and after listening to the acoustic image of the patient's own temporal areas EEG (both the right and the left).

38 respondents were examined, 16 men and 22 women aged 19 – 37 years. In the first group ("T3"), 11 respondents listened to the acoustic image of their own left temporal area EEG (T3) in the real-time. In the second group ("T4"), 12 persons listened to the acoustic image of their own right temporal area EEG (T4) in the real-time. In the third group ("control" one), 15 persons listened to records of acoustic image of EEG made before during work with another respondent. Transformations of EEG into the acoustic image were being made on the base of computer transformation of EEG parameters into the parameters of sound stimuli. Sounds were presented binaurally via headphones with eyes closed. For every respondent the comfort volume was set ( $65 \pm 10$  dB mean value). The duration of procedure was 20 minutes.

Before and after the procedure of listening to the acoustic image of EEG the sensorimotor testing for every respondent took place. During the testing the reaction time was being estimated. In the test "acoustic words" the names of animals and birds were represented via headphones in random order with the equal probability. The name of bird was an active incentive. The time between the incentives was 1000 milliseconds. 110 occurrences were offered. The mean value of reaction time on active incentives was estimated.

In the "control" group significant changes in reaction time was not registered: before the procedure  $742,1 \pm 58,8$  ms, after the procedure  $726,5 \pm 81,9$  ms. In the "T3" group the reaction time decreased from  $747,3 \pm 48,1$  ms to  $717,6 \pm 38,2$  ms ( $p < 0,01$ ). In the "T4" group the reaction time hadn't been changed: before the procedure  $756,6 \pm 85,8$  ms, after the procedure  $725,9 \pm 66,8$  ms.

It can be concluded that differentiated increasing of functional activity occurs in those areas of the brain EEG of which is used in purpose of forming the acoustic image that is presented in real time

### **ФЕНОТИПИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЫШЕЙ: ОТ ГЕНА ДО МОДЕЛИ ПСИХОПАТОЛОГИИ**

**Липина Т.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины" (НИИФФМ), Новосибирск, Россия [lipina@physiol.ru](mailto:lipina@physiol.ru)

Головной мозг человека состоит из ~ 15-33 миллиардов нейронов и является наиболее сложным органом человека. Мозг осуществляет централизованный контроль нашего поведения и, следовательно, разгадка секретов деятельности мозга будет огромной победой, так как это приблизит нас к пониманию фундаментальных процессов, так и позволит найти эффективное решение для лечения ментальных заболеваний, которыми страдают ~ 25% мировой популяции. Поэтому актуально создание экспериментальных моделей психиатрических расстройств, которые максимально соответствовали критериям модели на животных.

Создание современных технологий в области молекулярно-клеточной биологии, нейробиологии и поведения привело к прорыву в области нейронауки, где с успехом используются многочисленные генетически модифицированные линии мышей. В настоящее время существует 5 международных центров с поддержанием генетических линий мышей: Mutant Mouse Regional Resource Centers (IMMRRC), European Mouse Mutant Archive (EMMA), Taconic Farms, RIKEN BioResource Center и Jackson Laboratories. На примере (Disrupted-In-Schizophrenia-1) гена (Disc1) и его интерактома (протеины, взаимодействующие с Disc1) будут рассмотрены основные подходы к созданию новых генетических линий мышей, релевантных в области нейронауки и способы оценки различных доменов поведения экспериментальных животных. Только комплексное использование фармако-биохимических, молекулярно-клеточных и нейробиологических методик позволяет более полно описать новую экспериментальную модель психического заболевания. В данном докладе обсуждаются основные рекомендации по фенотипированию генетических линий мышей и направления будущих исследований в данной области.

### **PHENOTYPING OF GENETIC MOUSE LINES: FROM GENE TO MODEL OF PSYCHOPATHOLOGY**

**Lipina T.V.**

Federal State Budgetary; Scientific Institution Scientific Research Institute of Physiology and Basic Medicine; [lipina@physiol.ru](mailto:lipina@physiol.ru)

The human brain is composed of ~ 15-33 billion neurons and is the most complex organ in human. The brain performs the centralized control of our behavior and therefore key secrets of brain activity would be a huge success, since it will reveal understanding the fundamental processes of the brain and will help us to find an effective solution for the treatment of mental illnesses that affect approximately 25% of the world population. Therefore, it is important to create relevant experimental models of psychiatric disorders that are most consistent with the criteria of animal models.

Creation of modern technologies in the field of molecular cell biology, neurobiology and behavior led to a breakthrough in the field of neuroscience, and successful generation of numerous genetic mice. Currently, there are 5 international centers to maintain genetic strains of mice: Mutant Mouse Regional Resource Centers (IMMRRC), European Mouse Mutant Archive (EMMA), Taconic Farms, RIKEN BioResource Center, and Jackson Laboratories. We will discuss the main approaches how to create new genetic strains of mice that are relevant in to neuroscience and how to evaluate the different domains of behavior in experimental animals, on example of Disrupted-In-Schizophrenia-1 gene (Disc 1) and its interactome (proteins that interact with Disc1). Only the integrated approach, including pharmacological, biochemical, cellular and molecular neurobiology techniques, allows us to fully describe and validate new experimental model of mental illness. This report discusses the main recommendations for phenotyping of genetic strains of mice and directions for future research in this area.

**БЛОКАДА ГЛИКОГЕН СИНТАЗ КИНАЗЫ-3 ПРЕДОТВРАЩАЕТ СИНАПТИЧЕСКОЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЕ ОСЛАБЛЕНИЕ (ДЕПРЕССИЮ) И УСИЛИВАЕТ КОГНИТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ У МЫШЕЙ C57BL/6J**  
Липина Т.В.<sup>1,5</sup>, Джикелек М.<sup>2</sup>, Береговой Н.А.<sup>1,3</sup>, Старостина М.В.<sup>1,3</sup>, Паломо В.<sup>4</sup>, Перез Д.И.<sup>4</sup>, Мартинез А.<sup>4</sup>, Родер Д.С.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины" (НИИФФМ), Новосибирск, Россия; <sup>2</sup>Jagiellonian University Medical College, Краков, Польша; <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт молекулярной биологии и биофизики" (НИИМББ); <sup>4</sup>Centro de investigaciones Biologicas-CSIC, Мадрид, Испания; <sup>5</sup>University of Toronto, Departments of Medical Biophysics and Molecular & Medical Genetics, Торонто, Канада; [lipina@physiol.ru](mailto:lipina@physiol.ru)

Гликоген синтаз киназа-3 (GSK-3) является важным молекулярным участником разнообразных клеточных функций, включая метаболизм, транскрипцию, выживаемость клеток и синаптическую пластичность. В данной работе мы сосредоточились на характеристике когнитивных эффектов GSK-3 ингибитора, недавно разработанного химического соединения VP3.36. В частности, мы оценивали VP3.36 эффекты на рабочую память, эпизодическую память, исполнительную функцию, пространственное обучение & память, а также память страха. VP3.36 (3 мг/кг) значительно повышал рабочую память и распознавание смещённых объектов у C57BL/6J мышей. GSK-3 ингибитор значительно ускорял решение проблемы, направленной на устранение препятствий в тесте «Головоломка», у экспериментальных животных, что свидетельствует об улучшении исполнительных функций. Наконец, мыши под влиянием VP3.36, научились быстрее находить платформу в водном лабиринте Морриса и проявляли усиленную пространственную долговременную память по сравнению с контрольной группой (физ. раствор). В то же время, ингибирование GSK-3 не влияло на память страха, сенсорную фильтрацию, эмоциональное поведение или двигательную активность, предполагая, что ингибирование GSK-3 вовлечено в ряд специфических когнитивных процессов, которые, вероятно, связаны с определенными механизмами синаптической пластичности. Учитывая, что ингибирование GSK-3 имеет четкое влияние на долгосрочную депрессию (LTD) и функциональная роль LTD в головном мозге до сих пор не совсем ясна, мы исследовали эффекты VP3.36 на LTD в гиппокампе CA1 субрегионе. Мы обнаружили, что инкубация срезов гиппокампа с VP3.36 предотвращало синаптическую LTD, поддерживая вовлечение GSK-3 в механизмы синаптической пластичности. В целом, VP3.36 облегчал рабочую память, пространственную эпизодическую и долговременную типы памяти, облегчал исполнительные функции параллельно с его способностью предотвращать синаптическое долговременное ослабление (депрессию). В целом, наши эксперименты доказали вовлечение GSK-3 в механизмы синаптической пластичности и некоторые когнитивные функции, что поможет глубже понять фундаментальные молекулярно-клеточные механизмы улучшения когнитивных функций.

**INHIBITION OF GLYCOGEN SYNTHASE KINASE 3 PREVENTS SYNAPTIC LONG-TERM DEPRESSION AND FACILITATES COGNITION IN C57BL/6J MICE**

Tatiana V Lipina<sup>a,b\*</sup>, Maria Jekielek<sup>c</sup>, Nikolay A Beregovoy<sup>a,d</sup>, Marina V Starostina<sup>a,d</sup>, Valle Palomo<sup>e</sup>, Daniel I Perez<sup>e</sup>, Ana Martinez<sup>e</sup>, John C Roder<sup>b,f</sup>

Glycogen synthase kinase 3 (GSK-3) is an important molecular player involved into diverse cellular functions including metabolism, transcription, cell survival and synaptic plasticity. Here, we focused on characterization of the cognitive effects of GSK-3 inhibitor, a newly developed compound VP3.36. In particular, we assessed VP3.36 effects on working memory, episodic memory, executive functioning, spatial learning & memory and fear memory. VP3.36 (3 mg/kg) significantly enhanced working memory and spatial object recognition in C57BL/6J mice. The GSK-3 inhibitor was able to speed up solving obstacles given to experimental animals in the Puzzle test, thereby improving their executive functions. Lastly, VP3.36-treated mice learnt faster to find the escape platform in the Morris' water maze and exhibited better spatial long-term memory than vehicle-treated animals. At the same time, GSK-3 inhibition did not affect fear memories, sensorimotor gating, emotional behavior or ambulation, suggesting that GSK-3 inhibition underlies specific cognitive processes, which are likely coupled with certain mechanisms of synaptic plasticity. Given that GSK-3 inhibition has clear effect on long-term depression (LTD), and the functional role of LTD in brain is still far from complete understanding, next, we probed effects of VP3.36 on synaptic LTD in the hippocampal CA1 subregion. We found that incubation of hippocampal slices with VP3.36 sufficiently prevented synaptic LTD, further supporting implication of GSK-3 into mechanisms of synaptic plasticity. Taken together, VP3.36 facilitated working memory, spatial episodic and long-term memory, enhanced executive functions in parallel with its ability to prevent synaptic LTD. Overall, our experiments showed implication of GSK-3 into mechanisms of synaptic plasticity and certain cognitive functions which help to deeper understand fundamental molecular-cellular mechanisms of cognitive enhancement's processes.

**ВЛИЯНИЕ ОДНОКРАТНОГО ВНУТРИВЕННОГО ВВЕДЕНИЯ КАРБЕНОКСОЛОНА НА ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛА НЕЙРОНАЛЬНЫХ И ГЛИАЛЬНЫХ ЩЕЛЕВЫХ КОНТАКТОВ В НЕОКОРТЕКСЕ КРЫС**

Логинова Н.А., Панов Н.В., Потехина А.А., Косицын Н.С., Свинов М.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, [nadinvnd@yandex.ru](mailto:nadinvnd@yandex.ru)

В мозге щелевые контакты обеспечивают взаимодействие нейронов и глии между собой, а также играют важную роль в развитии многих нейродегенеративных заболеваний. Блокаторы щелевых контактов часто используют в исследованиях для доказательства роли щелевых контактов при различных патологиях. Карбеноксолон – неспецифический блокатор, действие которого опосредовано глюкокортикоидной системой. В некоторых работах было показано, что он может увеличивать экспрессию коннексинов. Однако оспаривается его действие при системном введении.

Цель данной работы состояла в изучении влияния однократного внутривенного введения карбенексолона на изменение числа нейрональных и глиальных щелевых контактов в неокортексе крыс.

Работа была проведена на 15 крысах самцах линии Вистар ( $m=250-300$  г.), которые были поделены на 3 группы. Одна группа выступала в качестве контрольной (группа №1), а крысам из двух других групп внутривенно вводили карбенексолона в дозе 1 мг/кг (опытные группы). Взятие мозга у последних производили через 24 часа (группа №2), либо через 8 суток (группа №3). Фронтальные срезы мозга окрашивали с помощью антител к коннексину-36 (белок нейрональных щелевых контактов) и коннексину-43 (белок астроцитарных щелевых контактов) (разведение 1:100). В качестве вторичных антител использовали флуоресцентные антитела Alexa Fluor 488 (разведение 1:200), в которые был добавлен ядерный краситель Hoechst. Подсчитывали среднее количество иммунопозитивных точек, приходящихся на одну клетку. Статистический анализ данных производили с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни для независимых признаков.

Через 24 часа после внутривенного введения карбенексолона происходит уменьшение количества астроцитарных и нейрональных щелевых контактов ( $p<0.0001$ ), но к 8-м суткам изменения уже не наблюдаются. Таким образом, карбенексолона при системном введении снижает число щелевых контактов, что может лежать в основе его действия при различных патологиях нервной системы.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №14-04-32121 мол\_а.*

### SINGLE INTRAVENOUS INJECTION OF CARBENOXOLONE INFLUENCES ON THE NUMBER OF NEURONAL AND GLIAL GAP JUNCTION IN THE RAT NEOCORTEX

Loginova N.A., Panov N.V., Potekhina A.A., Kositsyn N.S., Svinov M.M.

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia, [nadinvnd@yandex.ru](mailto:nadinvnd@yandex.ru)

Gap junctions ensure interactions between neurons and glia and also play important role in the development of many neurodegenerative disorders. Blockers of gap junctions often use in investigation to prove the role of the gap junctions in different pathologies. Carbenoxolone is a nonspecific blocker and its action is mediated by glucocorticoid system. In some articles it was shown that it could increase the expression of connexins. However, it is argued that it could act with the systemic injection.

The aim of the present work was to study an influence of single intravenous injection of carbenoxolone on the change the number of neuronal and glial gap junction in the rat neocortex.

The investigation was carried out on 15 male Wistar rats ( $m=250-300$  g), which were divided on 3 group. One group was used as control (group №1), and carbenoxolone was injected in dose 1mg/kg into 2 groups. Their brains were withdrawn in 24 hours (group №2), or in 8 days (group №3). The frontal slices were stained using antibodies to connexin-36 (protein of neuronal gap junctions) and to connexin-43 (protein of astroglial gap junctions) (in dilution 1:100). As a secondary antibody the fluorescent dye Alexa Fluor 488 (dilution 1:200) was used. The average number of immunopositive dots per cell was calculated. Nonparametrical analysis Mann-Whitney for independent samples was used for statistical analysis of data.

The number of astroglial and neuronal gap junctions was decreased ( $p<0.0001$ ) in 24 hours after single intravenous injection of carbenoxolone, but in 8 days we did not observe any changes. Thus, carbenoxolone reduced the number of gap junction after systemic injection, that can underlie its action in different pathologies of nervous system.

*The reported study was supposed by RFBR, research project No. 14-04-32121 mol\_a*

### ДИАГНОСТИКА КОРКОВОГО ЛАМИНАРНОГО НЕКРОЗА МЕТОДОМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Логунова Т.А.<sup>1</sup>, Маркина Я.В.<sup>2</sup>, Губский И.Л.<sup>3</sup>, Тюрин И.Е.<sup>1</sup>, Губский Л.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия [Loqunova.tatiana@gmail.com](mailto:Loqunova.tatiana@gmail.com)

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

<sup>3</sup>НИИ Цереброваскулярной патологии и инсульта ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

Корковый ламинарный некроз (КЛН), иначе именуемый псевдоламинарным некрозом, является редким вариантом селективного повреждения нейронов III и IV слоев коры головного мозга, связанный с метаболическими нарушениями в клетке. Первые наблюдения КЛН были изучены при осмотической демиелинизации вследствие резкой коррекции гипонатриемии на фоне алкогольного отравления. Спектр патологических состояний, при которых может наблюдаться КЛН, включает также гипоксическую и гипогликемическую энцефалопатию, ишемический инсульт, отравление токсинами, эпилептический статус и редко – мигрень. КЛН наиболее часто встречается в зонах смежного кровообращения головного мозга.

По данным мировой литературы, появление КЛН при МРТ исследовании определяется со 2 недели после развития ишемического повреждения и сохраняется в течение 1,5-2 лет. Высокий МР-сигнал от КЛН может быть обусловлен накоплением липидов в макрофагах, явлением минерализации и денатурацией протеинов. Явление КЛН в большинстве случаев, в соответствии с данными зарубежных авторов, не сопровождается микрокровоизлияниями (по данным МРТ последовательностей, взвешенных по магнитной восприимчивости).

В данной работе были проанализированы МРТ исследования 15 пациентов с ишемическим инсультом и наличием линейных участков корковой гиперинтенсивности («симптом корковой полоски или ленты») на изображениях с различной взвешенностью. Исследования выполнены на томографе с индукцией магнитного поля 1,5 Тл по стандартной методике без применения МР-контрастного препарата.

Были оценены данные диффузионно-взвешенной томографии, изображения FLAIR, T1-взвешенные изображения и T2\*-взвешенные изображения.

В результате исследования линейные участки корковой гиперинтенсивности по типу КЛН наблюдались не только на 2 неделе с момента развития ишемического повреждения, но и в более ранние сроки инсульта. T2\*-ВИ не выявили признаков геморрагической трансформации в областях коры с КЛН. Для МРТ диагностики КЛН необходимо оценивать одновременно данные ИКД, FLAIR и T1-ВИ. Для изучения семиотики КЛН, изучения условий его возникновения и его патогенетического значения при ишемическом инсульте планируется дальнейшее проспективное исследование.

### **MAGNETIC RESONANCE DIAGNOSTICS OF CORTICAL LAMINAR NECROSIS**

**Loqunova T.A.<sup>1</sup>, Markina Ya.V.<sup>2</sup>, Gubskiy I.L.<sup>3</sup>, Tvurin I.E.<sup>1</sup>, Gubskiy L.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>"Russian medical academy of postgraduate education" of Ministry of Health of Russian Federation, Moscow, Russia, Loqunova.tatiana@gmail.com, Iqortvurin@gmail.com;

<sup>2</sup>"N.I. Pirogov Russian National Research Medical University" of Ministry of Health of Russian Federation, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>Research Institute of Cerebrovascular Pathology and Stroke of "N.I. Pirogov Russian National Research Medical University" of Ministry of Health of Russian Federation, Moscow, Russia

Cortical laminar necrosis (CLN) also known as pseudolaminar necrosis is a rare condition with selective neuron damage of III and IV layers in cerebral cortex associated with metabolic failures in cortical neurons. The first observations of CLN were investigated in osmotic demyelination due to rapid correction of hyponatraemia on the top of alcohol poisoning. CLN may be seen in the variety of pathologic conditions which also includes hypoxic and hypoglycemic encephalopathy, ischemic stroke, toxin poisoning, status epilepticus and rare – migraine. More often CLN is seen in watershed region of cerebral blood supply.

According to the world literature, CLN appearance on MRI can be seen since the 2<sup>nd</sup> week after ischemic brain injury and remains for 1.5-2 years. High MRI signal of CLN may be conditioned by lipid deposition in macrophages, by protein mineralization and denaturation. According to foreign authors, the majority cases of CLN are not accompanied with hemorrhagic events (according to susceptibility weighted MRI research).

In this work the MRI data of 15 patients with ischemic stroke and signs of linear cortical hyperintensity ("cortical ribbon sign") were analyzed on images with different weightings. Routine MRI examinations were performed on a tomographic scanner with magnetic induction 1.5T without administration of MR-contrast agent. We estimated DWI data, FLAIR, T2\* and T1 images.

As a result linear cortical hyperintensity regions in the form of CLN were observed not only on the 2<sup>nd</sup> week after ischemic brain injury but also on more early terms. T2\* didn't find out any signs of hemorrhagic transformation in cortex. It is necessary to estimate ADC, FLAIR and T1 images simultaneously. In order to describe semiotics of CLN, to analyze triggering conditions and its pathogenic meaning in ischemic stroke the following prospective study is planned.

### **ХРОНИЧЕСКИЙ СОЦИАЛЬНЫЙ СТРЕСС ПЕРЕНАСЕЛЁННОСТИ: ВОЗДЕЙСТВИЕ НА НЕРВНУЮ И ИММУННУЮ СИСТЕМЫ**

**Лосева Е.В.**

ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН; Москва, Россия, losvnd@mail.ru

Скученность (СК) у крыс является моделью психосоциального стресса перенаселенности, распространенного в человеческом обществе. Изучение механизмов влияния СК на организм важно для разработки способов борьбы с ее негативными последствиями. В работе исследовали тревожно-депрессивное поведение, иммунный статус, содержание моноаминов и c-fos экспрессию в разных структурах мозга у крыс, содержащихся в условиях хронической (10 и более дней) СК (16 крыс в клетке). В качестве контроля использовали крыс, содержащихся в стандартных условиях вивария (4-5 крыс в клетке).

Было показано, что по совокупности показателей в тестах «открытое поле», «свет-темнота», и «приподнятый крестообразный лабиринт» при СК, по сравнению с контролем, усиливался базовый уровень тревожности. В тесте «вынужденное плавание» при СК увеличивалось время иммобилизации и уменьшалось время первого эпизода активного плавания, что указывало на развитие депрессивного состояния. При этом содержание норадреналина (НА) и дофамина (ДА) в септуме снижалось, а в гипоталамусе повышалось, содержание метаболита ДА ДОФУК снижалось в обеих структурах, а показатель обмена ДА ДОФУК/ДА – только в гипоталамусе. Скученность не изменяла показателей норадренергической и дофаминергической систем в амигдале и гиппокампе, а серотонинергической системы – во всех четырех структурах. Кроме того, показано, что при хронической скученности в крови угнеталась экспрессия гена ИЛ-4, активировалась транскрипция ИЛ-17 и уменьшалась способность к продукции ИНФ-γ, что свидетельствует об ослаблении гуморального и клеточного звеньев иммунитета, а также о нарушении синтеза ИНФ-γ на посттранскрипционном уровне.

C-fos экспрессия (показатель функциональной активности клеток), которую оценивали в срезах мозга крыс по разработанному нами методу, при СК увеличивалась во вторичной и первичной моторной коре, ретроспленальной дисгранулярной коре, клетках вентрального стриатума и вентральной части латеральных септальных ядер, а уменьшалась в 15-й структуре из 141 исследованных.

Таким образом, при хронической СК у крыс возрастало тревожно-депрессивное состояние, в разных структурах мозга неоднозначно изменялось содержание норадреналина и дофамина и его метаболитов (но не серотонина), снижался иммунный статус, изменялась функциональная активность некоторых структур мозга. Предполагается, что модель хронической СК может быть использована для доклинической оценки анксиолитических, антидепрессивных, иммуномодулирующих и т.д. свойств различных препаратов, которые можно использовать для снижения негативных последствий психосоциальных стрессов.



## CHRONIC SOCIAL STRESS OF OVERCROWDING: INFLUENCE ON NERVOUS AND IMMUNE SYSTEM

Loseva E.V.

IHNA&NPh of RAS, Moscow, Russia

Overcrowding (OC) in rats is a model of psychosocial stress overpopulation, that widespread in human society. Studying of the mechanisms of OC effects on the body is important to develop ways to combat its negative effects. The work investigated the anxiety and depressive behavior, immune status, the content of monoamines and c-fos expression in various brain structures in rats kept in a condition of chronic (10 days or more) OC (16 rats in the cage). As a control, rats kept under standard vivarium conditions (4-5 rats in the cage).

It has been shown that a set of performance tests "open field", the "light-dark", and the "elevated plus-maze" in the chronic OC, compared with the control, baseline anxiety amplified. In the "forced swimming" test in the chronic OC the time of immobilization increased and the time of the first episode of active swimming reduced, that indicating on the development of a depressive state. Herewith the content of noradrenalin (NA) and dopamine (DA) was decreased in the septum, but increased – in the hypothalamus, DOPAC (DA metabolite) content was decreased in both structures, and the index of DA turnover – DOPAC/DA – was decreased only in the hypothalamus. The overcrowding does not change the indexes of the noradrenergic and dopaminergic systems in the amygdale and hippocampus, and the serotonergic systems – in the all four structures.

In the chronic OC in blood the gene expression of IL-4 was depressed, the transcription of IL-17 was activated and the ability to production of IFN-gamma was decreased, that indicates the possible weakening of humoral and cellular immunity, and also the disruption of IFN-gamma synthesis on the posttranscriptional level.

C-fos expression (a measure of functional activity of the cells), which was assessed in brain slices of rats by our method, in the chronic OC has increased in the secondary and the primary motor cortex, in the retrosplenial disgranular cortex, in the cells of the ventral striatum and ventral lateral septum nuclei, and decreased in 15 structures of the 141 investigated.

Thus, in chronic OC anxiety and depression were increased, in different brain structures the content of noradrenalin and dopamine and its metabolites (but not serotonin) varied ambiguous, immune status was decreased, the functional activity of certain brain structures was changed. It is assumed that the model of chronic OC can be used for preclinical assessment of anxiolytic, antidepressant, immunomodulatory, etc. properties of different drugs that can be used to reduce the negative effects of psychosocial stress.

## ГЛИО-НЕЙРОНАЛЬНЫЕ СООТНОШЕНИЯ В ЗРИТЕЛЬНОЙ, РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ И МОТОРНОЙ ОБЛАСТЯХ НЕОКОРТЕКСА У КРЫС, ВЫРОСШИХ В ТЕМНОТЕ

Лосева Е.В.<sup>1</sup>, Логинова Н.А.<sup>1</sup>, Панов Н.В.<sup>1</sup>, Гаврилов В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,

<sup>2</sup>ФГБУН Институт психологии РАН, Москва, Россия

Ранее нами было показано, что у крыс, выросших в темноте, снижается толщина не только зрительной, но также ретросплениальной (в наибольшей степени) и моторной областей коры мозга (Лосева, Логинова, Гаврилов, 2015). Это указывает на вовлечение этих областей в формирование и использование зрения. Более глубокий морфологический анализ этих областей коры у крыс, перенесших зрительную депривацию с рождения до трехмесячного возраста, поможет понять степень их значимости для развития зрения.

Задача настоящей работы состояла в сравнительном анализе соотношений нейронов и глиальных элементов в V слое ранее исследованных нами областей неокортекса у крыс, выросших в полной темноте (опыт), или в условиях естественного освещения (контроль). В работе использовали две группы крыс Вистар 3-4 месячного возраста – опыт (n=9) и контроль (n=8). Их мозг замораживали в парах жидкого азота. С помощью криостата изготавливали фронтальные серийные срезы толщиной 18-20 мкм на уровнях моторной (Вг. 3.20 mm), задней ретросплениальной (Вг. -4.52 mm) и первичной зрительной (Вг. -7.30 mm) областей коры (атлас мозга Paxinos, Watson, 2005). Срезы окрашивали по методу Ниссля. Для каждой крысы отбирали по 3-5 срезов с каждого уровня. У каждой крысы измерения проводили в 15 случайных полях зрения (площадью 0,01 мм<sup>2</sup>) в V слое каждой области коры. Исследовали следующие показатели: число нейронов, клеток свободной глии, клеток сателлитной глии, сумму глиальных клеток, отношение числа клеток свободной, сателлитной глии и суммарной глии к числу нейронов (глио-нейрональные индексы). Статистическое сравнение групп проводили по непараметрическому критерию Колмогорова-Смирнова для двух независимых групп, используя пакет программ STATISTICA-6.

Оказалось, что у крыс, выросших в темноте, по сравнению с контролем, в первичной зрительной коре с высокой степенью значимости (p<0,001) увеличивается количество клеток свободной и суммарной глии, а так же их отношения к числу нейронов. Плотность нейронов и показатели сателлитной глии при этом не меняются. В ретросплениальной коре изменяются все показатели (p<0,001): плотность нейронов, число клеток свободной и суммарной глии, их отношения к числу нейронов увеличиваются. По-видимому, увеличение плотности нейронов связано с уменьшением толщины V слоя в этой области коры, что было показано нами ранее. Так же уменьшается количество сателлитной глии и отношение числа клеток сателлитной глии к числу нейронов (p<0,001). В моторной коре плотность нейронов также увеличивается (p<0,001). При этом увеличивается количество клеток свободной и суммарной глии (p<0,001) и их отношения к числу нейронов (p<0,001 и p<0,05, соответственно). Показатели сателлитной глии не меняются по сравнению с контролем.

Таким образом, у крыс, выросших в полной темноте, в V слое всех исследованных нами областей коры увеличивается количество свободной и суммарной глии, и возрастают глио-нейрональные индексы, что свидетельствует о реактивном глиозе. При этом в ретросплениальной коре уменьшается плотность сателлитной глии и отношение числа ее клеток к числу нейронов, что свидетельствует о нарушении питания нейронов. Наиболее выраженные изменения по всем показателям выявлены в ретросплениальной

коре. Известно, что реактивный глиоз сопутствует нейровоспалению и нейродегенеративным процессам. Мы полагаем, что выявленные изменения глио-нейрональных соотношений в разных областях мозга крыс, выросших в темноте, могут оказать влияние на научение, что позволит приблизиться к пониманию роли зрения в формировании нового опыта.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-06-06925 «Психофизиологические закономерности формирования индивидуального опыта в условиях зрительной депривации на разных этапах онтогенеза».*

#### **GLIA-NEURONAL RATIO IN VISUAL, RETROSPLLENIAL AND MOTOR AREAS OF NEOCORTEX IN RATS GROWN UP IN THE DARK**

**Loseva E.V.<sup>1</sup>, Loginova N.A.<sup>1</sup>, Panov N.V.<sup>1</sup>, Gavrillov V.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia

We have previously revealed that the sickness of the visual, retrosplenial (in the greatest degree) and motor cortex decreased in rats grown in the darkness (Loseva, Loginova, Gavrillov, 2015). It points out to the involvement these areas in formation and using of vision. The deeper morphological analysis these cortical areas in rats after visual deprivation from birth to three-month age will help to understand their degree of importance for development of vision.

The aim of present work was the comparative analysis of neuronal and glial relations in V layer of the previously investigated neocortical areas in rats grown in the absolute darkness (experiment) or in daylight conditions (control). We used two groups of Wistar rats 3-4 months of age – experimental group (n=9) and control group (n=8). Their brains have been frozen in the vapor of liquid nitrogen. We have made frontal slices (thickness 18-20 μm) using cryostat on the level of motor cortex (Br. 3.20 mm), posterior retrosplenial cortex (Br. -4.52 mm) and primary visual cortex (Br. -7.30 mm) (Paxinos, Watson "The rat brain in stereotaxic coordinates", 2005). The slices were stained by Nissle method. For each rat we chosen 3-5 slices from each level. In each rat the measurement was carried out in 15 random field of view (square=0,01 mm<sup>2</sup>) in V layer of each area. The number of neurons, free glial cells, satellite glial cells, total glial cells, the ratio of free, satellite and total glial cells to neurons (glia-neuronal index) were investigated. The statistical comparison of groups was carried out by nonparametric Kolmogorov-Smirnov two-sample test using STATISTICA 6.0 program.

The number of free and total glia cells, and their ratio to neurons increases in rats grown in darkness compared to control rats (p<0.001) in primary visual cortex. The density of neurons and satellite glia indexes do not change. In the retrosplenial cortex the density of neurons, the number of free and total glia, and their ratio to neurons increase (p<0.001). Apparently, the increase of density of neurons is linked with decrease of thickness of V layer of this area that was shown earlier. The number of satellite glia and their ratio to neurons also decrease (p<0.001). The density of neurons is increased (p<0.001) in the motor cortex. The number of free and total glia are increased (p<0.001) and their ratio to neurons is increased (p<0.001 and p<0.05 respectively). The parameters of satellite glia do not change compared to control.

Thus, in the rats grown in absolute darkness the number of free and total glia and glia-neuronal indexes were increased in V layer of all investigated cortical areas that indicated the reactive gliosis. In the retrosplenial cortex the density of satellite glia and its' ratio to neurons were decreased, that evidence of breaking of neurons' nutrition. The most marked changes in all parameters were elicited in the retrosplenial cortex. It is known that reactive gliosis accompanies to neuroinflammation and neurodegenerative changes. We suppose that identify changes in glia-neuronal ratio in different brain areas of rats grown in the darkness can influence on the learning that allows you to get closer to understanding the role of vision in the formation of new experience.

*Supported by RFBR grant № 15-06-06925 «Psychophysiological bases of the formation of individual experience under visual deprivation in ontogenesis».*

#### **ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ПРЕДСТАРТОВЫХ СОСТОЯНИЙ БОКСЕРОВ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА** **Лысенко А.В., Слепцов Р.В.**

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Академия физической культуры и спорта, Ростов-на-Дону, Россия; [alysenko@sfedu.ru](mailto:alysenko@sfedu.ru)

В тренировочном процессе у юных спортсменов (12-16 лет) часто возникают сложности, обусловленные особенностями подросткового возраста (трудности с самодисциплиной, самоконтролем, способностью брать на себя ответственность, несоблюдение режима дня или правил здорового образа жизни, быстрая утомляемость, раздражительность, ухудшение внимания и координации движений; утрата веры в свои силы после проигрыша в соревнованиях). Несвоевременное решение тренером указанных проблем часто приводит к развитию стрессов и неврозов с последующим отсевом перспективных спортсменов особенно в таком травмоопасном виде спорта как бокс.

Целью работы было совершенствование существующих подходов к управлению предстартовым состоянием и поведением боксеров 12-16 лет. В обследовании приняли участие 25 человек, занимающихся на базе спортивной школы.

Для выявления типа предстартового состояния учитывали уровень ситуативной тревожности и величину стресс-индекса Баевского (определенного методом вариационной кардиоинтервалометрии). Для оптимизации предстартовых состояний использовали собственную интерактивную методику психологического взаимодействия между тренером и юным спортсменом. При разработке нашего образовательного проекта «Решение психологических проблем юных спортсменов путем поиска похожих проблем у звезд мирового бокса» учитывали склонность юношей подражать известным личностям, которые являются для них авторитетными.

В группе склонной к развитию предстартовой лихорадки были проблемы с дисциплиной и режимом

дня, поэтому дали задание изучить биографию Тайсона и посмотреть его самые яркие бои. В группе склонной к развитию апатии уделяли особое внимание защите, чтобы не испытывать потом таких проблем как Мохаммед Али (болезнь Паркинсона). Задание изучить бой Оскара де Ла Хойи и Бернарда Хопкинса было дано тем юным членам секции бокса, у которых наряду с состоянием боевой готовности часто наблюдалась склонность к излишней собственной самоуверенности и прямолинейности, отсутствие хитрости и предвидения.

При анализе результатов применения образовательного проекта оказалось, что выраженность описанных проблем значительно снизилась, что в итоге положительно повлияло на результат соревнований, работоспособность, показатели внимания и скорость переработки информации.

### **THE REGULATION SPECIFICS OF ADOLESCENCE BOXERS PRELAUNCH STATE**

**Lysenko A.V., Sleptsov R.V.**

Southern Federal University, Academy of Physical Culture and Sports, Rostov-on-Don, Russia; [alysenko@sfedu.ru](mailto:alysenko@sfedu.ru)

Young athletes (age 12-16 years) often have learning difficulties due to the nature of adolescence (difficulties with self-discipline, self-control, the ability to take responsibility, failure to comply with the regime of the day, or the rules of a healthy way of life, fatigue, irritability, deterioration of attention and movements coordination; loss of faith in their own strength after losing in competitions). Coach's later solution to these problems often leads to the development of stress and neuroses, followed by classifying promising athletes especially in a traumatic sport like boxing.

Goal of the work was to improve existing approaches to managing prelaunch condition and conduct boxers of 12-16 years old. The study involved 25 participants, working on the basis of the school sports.

To identify the type of prelaunch condition took into account the level of situational anxiety and the size of the stress index by Baevsky (determined by the variation cardiointervalometry). To optimize the prelaunch condition used its own method of psychological interaction between the trainer and the young athlete. In the development of our educational project "The decision of the psychological problems of young athletes by looking for similar problems in the world's boxing stars" we take into account the tendency of youths to emulate the famous personalities that are authoritative for them.

In the group prone to the development of prelaunch fever had problems with discipline and regime of the day, so given the task to study the biography of Tyson and see his most vivid fights. In the group prone to the development of apathy pay particular attention to the protection, in order not to experience such problems then Mohammed Ali (Parkinson's disease). Task to explore fight Oscar De La Hoya and Bernard Hopkins was given to the young members of the boxing section, in which along with the alert state is often observed tendency to excessive self-confidence and straightness, lack of cunning and foresight.

When analyzing the results of the application of the educational project it was found that the severity of the problems described above significantly reduced, with the result that a positive impact on the result of the competition, hard work, attention to performance and speed of information processing.

### **ИНДУЦИРОВАННЫЕ СТРЕССОМ НАРУШЕНИЯ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ У СТУДЕНТОВ**

**Лысенко Д.С., Асадуллаев А.А.**

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Академия физической культуры и спорта, Ростов-на-Дону, Россия, [dslisenko@sfedu.ru](mailto:dslisenko@sfedu.ru)

Стрессорные факторы различной природы (бытовой, учебной, профессиональной, экологической и т.д.), оказывают довольно значительное влияние на потребность в поступлении в организм пищевых источников пластического материала и энергии. К основным разновидностям нарушений пищевого поведения относят: ограничительное пищевое поведение, анорексию, булимию, психогенное перекармливание (гиперфагическая реакция на стресс), орторексию (чрезмерное внимание к полезности продуктов, поиск «идеальной» еды, правильно выращенной и правильно приготовленной). Целью работы было выявление взаимосвязей между стрессом и нарушениями пищевого поведения (НПП) в среде студенческой молодежи, поскольку многие юноши и девушки считают привлекательную фигуру и внешность одним из факторов, способствующих повышению их конкурентоспособности на рынке труда.

В обследовании приняли участие студентки Южного федерального университета. Первая группа – более 20 девушек, занимающихся различными видами спортивных единоборств; вторая группа – около 30 девушек, занимающихся в фитнес-клубе с целью оптимизации массы тела; третья группа – около 50 студенток, имеющих физическую нагрузку согласно учебного плана и не тренирующихся и не выступающих на соревнованиях.

Установлено, что в первой группе стресс-индекс по Баевскому (определенный методом вариационной кардиоинтервалометрии) и частота различных нарушений пищевого поведения никак не связаны с периодами сессии и растут по мере приближения к соревнованиям (направлены на «сгонку» веса), тогда как на этапе тренировок могут наблюдаться такие нарушения как синдром ночной еды. В третьей группе значения стресс-индекса и частота нарушений пищевого поведения возрастали во время сессии. У части представительниц второй группы были отмечены некоторые симптомы орторексии (10% девушек), тогда как большинство участниц второй группы (90%) не имели никаких нарушений пищевого поведения в течении всего периода наблюдения (осенний семестр и зимняя сессия).

Из полученных данных следует, что только оптимальные физические нагрузки в сочетании с соблюдением норм здорового и рационального питания могут быть эффективной мерой для профилактики и коррекции стресс-индуцированных нарушений, в том числе и нарушений пищевого поведения.

## STRESS-INDUCED EATING DISORDERS OF STUDENTS

**Lysenko D.S., Asadullayev A.A.**

Southern Federal University, Academy of Physical Culture and Sports, Rostov-on-Don, Russia;  
[dslysenko@sfedu.ru](mailto:dslysenko@sfedu.ru)

Stress factors of different nature (household, educational, professional, environmental, etc.) have a fairly significant impact on the need for intake of the food source of the plastic material and energy to organism. The main varieties of eating disorders include: a restrictive eating behavior, anorexia, bulimia, binge eating disorder (reaction to stress per hyperphagia), orthorexia (excessive attention to the usefulness of products, search for the "ideal" food, properly grown and prepared properly). The aim of the work was to determine the relationship between stress and eating disorders in students' environment, as many young men and women find attractive figure and looks one of the factors that enhance their competitiveness in the labor market.

The study involved students of the Southern Federal University.

The first group – more than 20 women involved in different types of combat sports; the second group – about 30 girls involved in fitness club with a view to optimizing body weight; the third group – about 50 girls (students) with physical activity according to the curriculum and not exercising or performing at the event.

It was found that in the first group on the stress index by Baevsky (determined by the variation cardiointervalometry) and frequency of various eating disorders unrelated to the duration of the session and grow as you get closer to the competition (directed on intensive weight reduction), while at the stage of training can be observed such violation as night eating syndrome. In the third group the values of the stress index and frequency of eating disorders increased during the session. In some of the representatives of the second group were some orthorexia symptoms (10% of girls), whereas the majority of the participants of the second group (90%) had no eating disorders during the entire period of observation (fall semester and winter session).

From these data it follows that only the optimal physical exercises in conjunction with the observance of the norms of a healthy and balanced diet can be an effective measure for the prevention and correction of stress-induced disorders, including eating disorders.

## РОЛЬ H-КАНАЛОВ В ФОРМИРОВАНИИ ФОНОВОЙ И ВЫЗВАННОЙ ТАЛАМОКОРТИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

**Лысенко Л.В., Матухно А.Е., Сухов А.Г.**

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия; [w701@krinc.ru](mailto:w701@krinc.ru)

Изучение роли h-каналов в формировании фоновой и вызванной таламокортикальной активности является актуальной задачей современной нейрофизиологии, поскольку эти каналы служат важнейшим инструментом генетически-управляемого эндогенного механизма гомеостаза и адаптации нервных клеток внешним влияниям окружающей среды.

Проведенные нами исследования показали локальный автономный характер пейсмекерного ритмогенеза ансамблей супра- и инфрагранулярных слоев идентифицируемых колонок соматической коры крыс и соответствующих им баррелоидов в вентропостеромедиальном ядре таламуса при стимуляции соответствующих вибрисс. Последовательная блокада h-каналов с использованием их антагониста ZD7288 (100 мкМ, 0,3-0,5 мкл) в баррелоидах вентропостеромедиального ядра таламуса и соответствующих им бочонках коры приводила к сдвигу текущего фонового ритмогенеза коры в гамма-частотную область. При этом веретенообразная активность в коре и таламусе сохранялась. Развитие бета- и гамма- осцилляций по-видимому происходило за счет избыточной деполяризации коры и таламуса, вследствие блокады токов I<sub>h</sub>. Эти изменения фонового ритмогенеза сопровождались характерными изменениями вызванной активности, которые касались не только экзогенно-вызываемых первичных ответов, но и эндогенно формируемых ритмичных разрядов последействия, обусловленных пейсмекерной активностью h-каналов.

В целом, полученные результаты свидетельствуют о важной роли фонового и вызванного таламокортикального пейсмекерного ритмогенеза с тесным взаимодействием фоновой и вызванной локальной осцилляторной активности нейронных ансамблей.

*Работа выполнена при поддержке базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ (проект № 2034).*

## THE ROLE OF H-CHANNELS IN GENERATION OF BACKGROUND AND EVOKED THALAMOCORTICAL ACTIVITY

**Lysenko L.V., Matukhno A.E., Sukhov A.G.**

Southern federal university, Rostov-on-Don, Russia; [w701@krinc.ru](mailto:w701@krinc.ru)

A study of the role of h-channels in the formation of background and evoked thalamocortical activity is an actual problem of modern neurophysiology, as these channels are the most important tool of genetically-managed endogenous mechanisms for homeostatic control and adaptation of nerve cells to external environmental influences.

Our studies have shown a local autonomous character of pacemaker rhythmogenesis in supra- and infragranular layers of identified columns in rat somatosensory cortex and their corresponding barreloids in ventral posteromedial nucleus of thalamus under the stimulation of the corresponding whiskers. Sequential blockade of h-channels by ZD7288 (100 μM, 0.3-0.5 μl) in barreloids of ventral posteromedial thalamus and their corresponding barrels in cortex leads to a shift in the power spectrum towards gamma band frequency of the current background activity. At the same time, spindle-like activity in cortex and thalamus has still remained. It seems that development of the beta and gamma oscillations occur due to excessive depolarization of the cortex and thalamus, as a result of the blockade of I<sub>h</sub> currents. These changes of background rhythmogenesis were accompanied by evoked activity changes, which concerned not only exogenously-induced primary responses, but also endogenously generated rhythmic afterdischarges caused by the pacemaker activity of h-channel.

Overall, our results suggest an important role of background and evoked thalamocortical pacemaker rhythmogenesis closely related to the local background and evoked oscillatory activity of neuronal ensembles.

*This work was supported by funding from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, the base part of the state assignment (grant № 2034).*

## **РОЛЬ МОДЕЛЕЙ СНА ЖИВОТНЫХ И ПРОСТЫХ ОРГАНИЗМОВ В ИЗУЧЕНИИ НАРУШЕНИЙ СНА У ЧЕЛОВЕКА**

**Лямин О.И.**

Калифорнийский Университет, Лос-Анджелес, США; Институт проблем экологии и эволюции им.  
А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия; ООО "Утришский дельфинарий", Москва, Россия;  
[oilyamin@yahoo.com](mailto:oilyamin@yahoo.com)

Существует несколько подходов к использованию животных для изучения нарушений сна человека. Первое направление состоит в последовательном изучении сна у нескольких видов млекопитающих. Мыши и крысы стали главным объектом таких исследований, ввиду их маленького размера, короткой продолжительности жизни, простоты и относительно небольшой стоимости экспериментов, а также возможности применения новых технологий (например, генетической модификации). Эти работы расширили наше представление о природе и механизмах расстройств сна человека (инсомния, нарколепсия), а также других болезней, в которых нарушение сна сопровождается основным заболеванием и осложняет его течение (болезнь Паркинсона и Альцгеймера). В то же время, сон грызунов по ряду признаков (например, ночной характер активности) существенно отличается от сна человека, что затрудняет понимание базовых механизмов сна и его нарушений, а также эффективное внедрение результатов исследований в клиническую практику. Поэтому, существует очевидная необходимость использования других видов млекопитающих (новых моделей), сон которых в максимальной степени напоминает сон человека. Второе направление основано на современном представлении о том, что сон – это фундаментальное состояние всех животных. Исследования сна у простых организмов (в первую очередь, у мушки дрозофилы) убедительно свидетельствуют о существовании у них основных признаков сна млекопитающих, а также о сходстве молекулярных, генетических и нейронных процессов, которые определяют развитие и регуляцию сна у всех животных. Следовательно, простые организмы являются незаменимыми объектами для изучения не только фундаментальных механизмов сна, но и, как оказалось, его патологий, таких как инсомния, гипертония, синдром беспокойных ног, нарушения циркадных ритмов. Наконец, третий подход состоит в изучении необычных специализированных проявлений сна у животных, например у водных млекопитающих (однополошарный сон во время движения, продолжительные связанные со сном апноэ, способность обходиться минимальным количеством сна). Исследование сна у таких животных будут способствовать пониманию механизмов обструктивного и центрального апноэ сна, устойчивости мозга к гипоксии, а также роли сна в поддержании когнитивных функций. Задача данной презентации – обобщить результаты использования разных моделей сна животных и простых организмов для изучения природы и механизмов расстройств сна человека, а также перспективы будущих исследований.

## **THE ROLE OF ANIMAL AND SIMPLE ORGANISM MODELS IN THE UNDERSTANDING OF MECHANISMS OF SLEEP DISORDERS IN HUMANS**

**Lyamin O.I.**

University of California in Los Angeles, USA; A.E. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Moscow, Russia;  
Utrish Dolphinarium Ltd. Moscow, Russia; [oilyamin@yahoo.com](mailto:oilyamin@yahoo.com)

There are several approaches to the use of animal models for the unrevealing mechanisms of human sleep disorders. One of these involves the consecutive study of sleep in several species of mammals. Mice and rats have become the main subject of these studies primarily due to their size, short lifespan, low cost and feasibility of using new innovative tools (e.g., genetic modification). Studies in these rodent models have provided major insights into the nature and mechanisms of sleep disorders (e.g., insomnia, narcolepsy), as well all the pathophysiological states in which sleep-related symptoms escort other diseases as part of their pathologies (e.g., Parkinson's and Alzheimer's disease). However, sleep in the mouse does not fully represent human conditions. This delays not only the understanding of relevant mechanisms of sleep control and sleep disorders, but also the translation of any results obtained from the animal studies to effective treatments of sleep disorders. Therefore, there is an obvious need for new mammalian models that better represent human sleep. The second approach is based on a currently prevailing view that sleep is a core state of all animals. Extensive studies in simple organisms (primarily in the fruit fly) have already convincingly illuminated the presence of a rest / sleep-like state which has the basic features of modern mammalian sleep. Those studies also revealed highly conserved molecular, genetic and neuronal pathways and mechanisms underlining sleep initiation and maintenance both in vertebrate and invertebrates. Therefore, simple organisms are essential to elucidating the fundamental mechanisms of sleep and, as it has already been shown, at least several sleep disorders, such as insomnia, hypersomnia, restless leg syndrome and circadian sleep disorders. Lastly, the third approach is to study unusual sleep phenomenology in species that have adapted for life in specific ecological environments and therefore exhibit remarkable specializations of brain physiology, for instance in aquatic mammals (their sleep features include unihemispheric sleep during movement, sleep-related apneas, the ability of sustaining sleep loss). Further studies of these species should potentially advance a better understanding of pathophysiology of obstructive and central sleep apnea, tolerating of brain hypoxia and the role of sleep in cognitive performance. The objective of this presentation is to summarize how these three approaches have contributed valuable insight to human sleep disorders and future prospective.

## ЧИСЛОВАЯ АСИММЕТРИЯ СОЗНАНИЯ

Маврикиди Ф.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт проблем нефти и газа РАН

В исследованиях по природе мышления и сознания одним из узловых вопросов является их описание математическим языком. Исследования сталкиваются с парадоксом ускользающей предметности, рефлексивностью и парадоксальностью сознания. Отмечается наличие объяснительного пробела и необходимость дополнительного компонента теории – посредника между внешним и внутренним мирами человека. Теория фракталов показала их универсальность – присутствие как во внешнем, так и во внутреннем мире человека. Числовая асимметрия есть синтез двух основных числовых систем математики – вещественных и  $p$ -адических чисел в единую самодвойственную систему. Она является числовым содержанием фрактальной геометрии. В ней вещественные числа описывают внешний, материальный а  $p$ -адические – внутренний, тонкий миры. Интерпретацией  $p$ -адических чисел является делимость пространства-времени и её синонимы – углубление в детали, интериоризация, рефлексия, известные как самоподобие фракталов. В рассматриваемом виде числовая асимметрия преобразует антитетику сознания «Я – неЯ» в двухаспектную теорию, в «экстенционально – интенциональную» семантику Д.Чалмерса с двумя видами причинности восходящей и нисходящей, соответствующих основной функции языка «материализация – идеализация». В ней  $p$ -адические числа рассматриваются как восполнение объяснительного пробела, как посредник между мирами. Как и фракталы, они являются субъективизированными объектами. Как субъект они являются чувствилищем человека. Такое свойство  $p$ -адических чисел имеет точные соответствия в различных разделах математики, которые объединяет понятие двойственности. Их сведение в голографическую схему посредством изоморфизмов позволяет объяснить, т.е. сделать видимыми, основные парадоксальные свойства сознания: дихотомию «мужское-женское», «творческое-стереотипное», функциональную асимметрию мышления, психофизиологическую проблему, синестезию. В целом парадоксы сознания сводятся путем их топологизации к известному парадоксу Лжеца. Его формальное решение Дж.Майхиллом и обосновывает числовая асимметрия. Автором рассмотрены некоторые частные положения сознания и языка, которые были продолжены для анализа религиозного мировоззрения. Оказалось, что числовая асимметрия даёт правдоподобные интерпретации этих трех невидимых феноменов. Преимуществом метода является то, что моделируемое и моделирующее описываются на одном языке. Таким образом, исчезает парадокс ускользающей предметности.

### Литература.

Маврикиди Ф.И. Числовая асимметрия в прикладной математике. М., Дельфис, 2015.

## NUMBER ASYMMETRY OF CONSCIOUSNESS

Mavrikidi F.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Oil and Gas Research of RAS

In studies on the nature of mind and consciousness of one of the key issues is the description of them in mathematical language. Each research is faced with a paradox elusive objectivity, reflexivity and paradoxical nature of consciousness. It is noted the presence of an explanatory gap and the need for an additional component of the theory – a mediator between the external and internal worlds of man. Theory of fractals showed their universality – the presence both in the external and the internal world of the person. The number asymmetry is a synthesis of the two main number systems of mathematics – the real and  $p$ -adic numbers into a single self-dual system. It is a number-theoretical content of fractal geometry. It describes the appearance of real, material and  $p$ -adic – the inner, subtle worlds. Interpretation of  $p$ -adic numbers is the divisibility of space-time and its synonyms – the zooming in details, internalization, reflection, which are present in fractal images as property of their self-similarity. In this form the number asymmetry converts known opposites of consciousness "I – not I" in a double-aspect theory of "extensional – intentional" semantics by D.Chalmers with two kinds of causality ascending and descending, that corresponds to basic function of language "materialization – idealization". In this system  $p$ -adic numbers are considered as making up an explanatory gap as a mediator between the worlds. Like fractals they are subjective objects. As a subject they represent sensitive space-matter of person. This property of  $p$ -adic numbers have exact matches in the various branches of mathematics, which unites the concept of duality. Their reduction into holographic scheme via joining various isomorphisms allows one to explain, i.e. make visible, the main paradoxical properties of consciousness – such as the dichotomy of "male-female" and "creative-stereotypical" thinking, the functional brain asymmetry, "mind-body" problem, synesthesia. In general, the paradoxes of consciousness can be reduced via topologization of their opposite parts to known Liar paradox. Early it's general solution was given by J. Myhill, which in number asymmetry gets expanded rationale. The author considers some models of particular notions of consciousness and language, which were continued for analysis of religious worldview. It turned out that the number asymmetry gives a plausible interpretation of these three invisible and paradoxical phenomena. The advantage of the method is that the *modeller* and the *modelled* are described in the same  $p$ -adic language, which is critical difficulty of mathematical modeling via standard tools. Thus disappears the paradox of elusive objectivity.

### Reference.

Mavrikidi F.I. Number Asymmetry in Applied Mathematics. M., Delphis, 2015, (in Russian).

## ПЕРИНАТАЛЬНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ ЛАТЕРАЛЬНОЙ ПРЕОПТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ГИПОТАЛАМУСА НА УЗДЕЧКУ У КРЫС

Макаренко И.Г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии развития РАН, Москва, Россия, imakarenk@mail.ru

Ростральный отдел дорзальной проводящей системы мозга представлен трактом, называемым медуллярной полоской. В его составе проходят афферентные пути от нескольких отделов мозга, включая преоптическую область гипоталамуса (ЛПО), иннервирующие ядра уздечки. Эти связи слабо изучены даже у взрослых животных. Целью настоящего исследования было выяснить, как происходит формирование проекций ЛПО на ядра уздечки.

Работа проводилась на крысах Вистар с датированной беременностью, считая день обнаружения спермы и день рождения нулевыми днями эмбрионального и постнатального развития (Э0 и П0). Мозг животных фиксировали с помощью перфузии

4% параформальдегидом на разных стадиях развития (Э17-П6). Кристаллы липофильного флуоресцентного карбоцианинового красителя DiI наносили в ядра уздечки или в ЛПО. Мозг с маркером хранили в темноте при комнатной температуре 9-12 месяцев. Серии коронарных и сагиттальных вибротомных срезов толщиной 100 мкм использовали для выявления меченых нейронов и волокон. Препараты исследовали и фотографировали во флуоресцентном микроскопе Leica DMRXA2 и отбирали срезы для последующего сканирования с помощью конфокального микроскопа Leica TCS SP.

Нейроны в ЛПО были выявлены лишь в случаях, когда маркер в месте нанесения распространялся в латеральном ядре уздечки (ЛУ). На пренатальных стадиях развития (Э17-21) число клеток в ЛПО было невелико, и возрастало лишь после рождения. На П2 и позже нейроны ЛПО иннервирующие ЛУ имели вид мультиполярных клеток и образовали несколько групп. Эти данные были подтверждены и в случаях с нанесением DiI в область ЛПО. Меченые аксоны прослеживались в медуллярной полоске вплоть до ЛУ, начиная с Э17. На E20-21 наблюдалось их характерное распределение в дорзолатеральном, вентролатеральном и вентромедиальном отделах ЛУ. Такой же характер иннервации по периферии, а не в центральной части ЛУ был обнаружен и постнатально. Следовательно, проекции ЛПО на уздечку начинают формироваться пренатально, имеют специфическую топографическую организацию и хорошо развиты к П6. Работа проводилась с использованием оборудования ЦКП на базе ИБР РАН.

## PERINATAL FORMATION OF LATERAL PREOPTIC HYPOTHALAMIC PROJECTIONS TO HABENULA IN RAT Makarenko I.G.

Koltzov Institute of Developmental Biology of Russian Academy of Sciences, imakarenk@mail.ru

The rostral part of the dorsal conducting brain system is represented by the tract called Stria medullaris. It consists of afferents from several brain regions including lateral preoptic hypothalamic area (LPA) innervating habenula nuclei. These connections are poorly studied even in adult animals. Our aim was to study the formation of the PA projections to the habenular nuclei.

Dated Wistar rats were used for this study. The days of insemination and birth were considered as E0 and P0 respectively. Brains were fixed using perfusion with 4% paraformaldehyde on different developmental stages (E17-P6). Crystals of lipophilic fluorescent carbocyanine dye DiI were inserted into the small incisions in the habenula nuclei or in the LPA. Prepared brains were stored for 9-12 month in the dark at room temperature. Series of the coronal or sagittal vibratome sections (100 μm) were used for visualization of labeled neurons and fibers. Slides were analyzed and photographed in the fluorescent microscope Leica DMRXA2 and several sections were scanned in the confocal microscope Leica TCS SP.

LPO neurons were revealed only in the cases when the marker was distributed in the lateral habenular nucleus (LHb) in the place of the insertion. The number of LPA cells was not large on the prenatal developmental stages (E17-21) and increased only after birth. On P2 and later LPA neurons looked as multipolar cells and formed several groups. These data were confirmed also in the cases with DiI insertion in the LPA. Labeled axons were visualized in the stria medullaris down to LHb since E17. On E20-21 they were organized in the specific manner in the dorsolateral, ventrolateral and ventromedial parts of the LHb. The same type of LHb innervation at the periphery of the nucleus but not in the central of the nucleus was revealed postnatally. Consequently LPA projections to the habenula begin to form prenatally with specific topographic organization and are well developed at P6.

## ОСНОВНОЙ ОБМЕН У ЧЕЛОВЕКА В РАЗЛИЧНЫХ ЭКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

А.М. Максимов<sup>1</sup>, В.Ш. Белкин<sup>2</sup>, Л. Калихман<sup>3</sup>, А.М. Чумакова<sup>4</sup>, Е.Д. Кобылянский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Международный научно-исследовательский центр «Арктика», ДВО РАН, Магадан, Россия, <sup>2</sup>Кафедра анатомии и антропологии Медицинского факультета Тель-Авивского университета, Израиль, <sup>3</sup>Университет Негева, Медицинский факультет, Кафедра физиотерапии, Бер Шева, Израиль, <sup>4</sup>НИИ и Музей антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

Введение. В работе исследованы показатели основного обмена (ПОО) у людей, находящихся в экстремальных условиях среды (аборигенов аридной и арктической зон и мигрантов).

Материал и методы. В **аридной зоне** обследованы следующие выборки: 1) бедуины-аборигены Синайского полуострова (материал 1979-1982гг); 2) этнические туркмены – студенты Педагогического университета г. Чарджоу (1980-1983); 3) русские уроженцы Туркменистана – потомков 1 поколения мигрантов из России, 4) три группы российских военных, служащих в Туркмении (сроки: 6 месяцев, менее 18 месяцев, от 36 до 60 месяцев). На Чукотке в 1987 году обследованы выборки: 1) чукчи, 2) первое поколение русских мигрантов и 3) три группы военнослужащих (сроки: 6 месяцев, менее 18 месяцев, от 36

до 60 месяцев службы). Основной обмен (ОО) на Синае измерялся методом непрямой калориметрии («The Benedict-Roth Metabolism Apparatus»), на Чукотке и в Туркмении использовались газоанализаторы типа «Спиrolит» и Холден, позволяющие получать сопоставимые показатели уровня потребления кислорода и выделяемого диоксида углерода и на их основе рассчитывать уровень основного обмена в сутки. Применен корреляционный анализ.

Результаты и обсуждение. В возрастном диапазоне 18–40 лет у жителей Туркмении коэффициент корреляции ( $r$ ) между показателями ПОО и возрастом равнялся 0.23, между ПОО и массой тела  $r = 0.48$  (при  $p < 0.05$ ). У бедуинов эти связи были выражены слабее (0.11 и 0.33 соответственно). У чукчей коэффициент корреляции между показателями возраста и основного обмена составляет 0.17, а между значениями массы тела и основным обменом – 0.51, в пришлых популяциях – соответственно, 0.25 и 0.66. Обнаружена отчетливая связь величины основного обмена с массой тела.

**Выводы.**

1. Показано, что у мигрантов в качестве адекватного физиологического, а, возможно, и социального механизма реализуется стратегия уменьшения основного уровня энерготрат и минимизируется функциональная активность.

2. Установлено, что в каждой аборигенной популяции, находящейся в экстремальных средовых условиях, формируется свой минимально возможный в конкретных условиях уровень основного обмена, который может не соответствовать оптимальным значениям.

3. Эффект адаптационной минимизации основного обмена, вероятно, является основной стратегией формирования как индивидуальных, так и популяционных программ приспособления человека к действию экстремальных факторов, вектор процесса направлен на сохранение оптимального энергетического баланса и гомеостаза при наименьшем напряжении функциональных систем организма.

Ключевые слова: адаптация, основной обмен, бедуины Синайского полуострова, туркмены, аборигены Чукотки, мигранты

### **BASAL METABOLISM IN HUMANS IN DIFFERENT ECO-GEOGRAPHICAL CONDITIONS**

**A. L. Maximov<sup>1</sup>, V. Sh. Belkin<sup>2</sup>, L. Kalichman<sup>3</sup>, A. M. Chumakova<sup>4</sup>, E. D. Kobylansky<sup>2</sup>**

International Scientific Center "Arktika" FEB RAS (Magadan)<sup>1</sup>, Russia, Tel-Aviv University, Sackler Faculty of Medicine, Department of Anatomy and Anthropology, Tel-Aviv, Israel<sup>2</sup>, University of the Negev, Faculty of Health Sciences at Ben-Gurion, Recanati School for Community Health Professions, Physical Therapy Department, Beer-Sheva, Israel<sup>3</sup>, Lomonosov Moscow State University, Institute and Museum of Anthropology<sup>4</sup>

**Introduction.** This paper analyzes the basal metabolic rate (BMR) in people who are in extreme environmental conditions (aborigines and migrants of arid and arctic areas).

**Material and methods.** In the arid zone in 1979 – 1982 years aborigines of the Sinai Peninsula – Bedouins were examined, in 1980-1983, students of the Pedagogical University of Chardzhou (ethnic Turkmen), Russian men born in Turkmenistan – first generation of the Russian emigrants and Russian soldiers – 3 groups according to time of services in the area (up to 6 months, 2nd up to 18 months, from 36 to 60 months). In Chukotka in 1987 Chukchi were examined, the 1st generation born in the area Russian emigrants and 3 groups of soldiers analogical to soldier groups in Turkmenistan area., according to length of service in Chukotka. The BMR in Sinai was measured according to indirect calorimetric method ("The Benedict-Roth Metabolism Apparatus"). In studies in Chukotka and Turkmenistan, analyzer types "Spirolit", and Holden were used, allowing to obtain comparable figures for oxygen consumption and emissions of carbon dioxide and on the basis of their expected level of basal metabolism across the day. **Results and Discussion.** It turned out that in the age range 18-40 years, residents of Turkmenistan, the correlation coefficient ( $r$ ) between basal metabolic rate (BMR) and age was 0.23, between BMR and BW  $r = 0.48$  (at  $p < 0.05$ ). Bedouin have these correlations less pronounced: 0.11 and 0.33 correspondingly.

In the group of Chukotka aborigines the correlation between age and rates of BMR was 0.17, and between the BW and BMR – 0.51. In migrant populations, it was 0.25 and 0.66 respectively. The results confirm a more pronounced dependence of BMR on body weight.

**Conclusion.**

1. The results of our research, observed in different climatic areas from south to extreme cold climate; clearly indicate that for migrant population, the body executes as an adequate physiological and possibly social mechanism, a strategy of reducing the basal level of energy expenditure thus choosing a way of minimizing functional activity.

2. It is shown that for every aboriginal population constantly exposed to extreme environmental factors lowest possible level of basal metabolism is shaped for the specific conditions. These may not correspond to its optimum values.

3. The effect of basal metabolism rate minimization is, apparently, the basic strategy of both individual and population adaptation programs for humans to the effect of extreme environmental factors, the process vector of which is intended to preserve an optimal energy balance and homeostasis at the lowest level of effort for the organism functional systems.

Keywords: adaptation, basal metabolism, the Bedouins of the Sinai Peninsula, the Turkmens, the aborigines of Chukotka, the migrants



## ПРЕОДОЛЕНИЕ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПСИХОТРАВМЫ С ПОЗИЦИИ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОДХОДА

**Максудова Е.А., Максудов М.Ю., Пучко Е.В.**

Государственное образовательное учреждение Московский городской психолого-педагогический университет, Федеральное государственное учреждение «Психологический институт» Российской академии образования, Москва, Россия, [emax84@yandex.ru](mailto:emax84@yandex.ru), [maxm92@yandex.ru](mailto:maxm92@yandex.ru), [secondwindlight@mail.ru](mailto:secondwindlight@mail.ru)

В настоящем докладе рассматривается актуальность и практическая значимость интегрального подхода в психотерапии к проблеме преодоления негативных последствий психотравмы. В данном контексте психотравма или психотравмирующий опыт определяются как вред, нанесённый психическому здоровью человека в результате интенсивного воздействия неблагоприятных факторов среды или остроэмоциональных, стрессовых воздействий на его психику.

В рассматриваемой работе обозначены современные представления о данном феномене:

- выделены основные типы психотравмирующего опыта;
- рассмотрены внешние и внутренние симптомы психотравмы;
- описаны причины повторений попадания в травмирующую ситуацию;
- представлены основные способы работы с психотравмой с позиции интегрального подхода.

Терапевтическая работа с позиции интегрального подхода учитывает различные измерения бытия человека и поэтому способна описать наиболее полно феноменологию данной проблематики, а также представить пути ее разрешения.

## OVERCOMING NEGATIVE CONSEQUENCES OF PSYCHOLOGICAL TRAUMA WITH INTEGRATED APPROACH

**Maksudova E.A., Maksudov M.Y., Puchko E.V.**

State educational institution of Moscow City Psychological-Pedagogical University, Federal State Institution "Institute of Psychology" of the Russian Academy of Education, Moscow, Russia, [emax84@yandex.ru](mailto:emax84@yandex.ru), [maxm92@yandex.ru](mailto:maxm92@yandex.ru), [secondwindlight@mail.ru](mailto:secondwindlight@mail.ru)

This report examines the relevance and practical importance of an integrated approach to the problem of psychotherapy to overcome the negative effects of psychological trauma. In this context, psychological trauma or traumatic experience is defined as damage caused to the mental health of a person as a result of intensive exposure to adverse environmental factors, or deeply emotional film, stress effects on his psyche.

We marked the modern conception of this phenomenon in this work:

- main types of traumatic experiences;
- external and internal symptoms of psychological trauma;
- reasons for getting reps in a traumatic situation;
- basic ways to work with psychotrauma from the position of an integral approach.

Therapeutic work with the position of the integral approach takes into account the various dimensions of human existence, and therefore is able to describe more fully the phenomenology of this problem, and to provide ways of its resolution.

## СЫВОРОТОЧНЫЙ УРОВЕНЬ ЦИТОКИНОВ ПРИ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВАХ

**Малашенкова И.К.<sup>1</sup>, Хайлов Н.А.<sup>1</sup>, Крыцкий С.А.<sup>1</sup>, Огурцов Д.П.<sup>2</sup>, Казанова Г.В.<sup>1</sup>, Величковский Б.Б.<sup>1</sup>, Селезнева Н.Д.<sup>3</sup>, Федорова Я.Б.<sup>3</sup>, Пономарева Е.В.<sup>3</sup>, Колыхалов И.В.<sup>3</sup>, Гаврилова С.И.<sup>3</sup>, Дидковский Н.А.<sup>2</sup>**

1 – НИЦ «Курчатовский Институт», Москва; 2 – ФНКЦ физико-химической медицины, Москва; 3 – ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Москва; [didkovskinic@gmail.com](mailto:didkovskinic@gmail.com)

Важным компонентом патогенеза нейродегенеративных заболеваний является хроническое нейровоспаление. В настоящее время активно изучается роль провоспалительных цитокинов в их патогенезе. Однако данные о сывороточном уровне цитокинов при болезни Альцгеймера (БА) в начальной стадии и при мягком когнитивном снижении (МКС), которое рассматривается как додементная клиническая стадия БА, противоречивы. Мы оценивали уровень провоспалительных цитокинов IL-6, IL-8, IL-12 и TNF $\alpha$ , противовоспалительных белков IL-10 и IL-1RA в сыворотке крови пациентов БА и МКС методом ELISA. Обследовано 15 пациентов с поздним началом БА (далее БАПН, возраст 79 $\pm$ 2 года), 10 больных с ранним началом БА (далее БАРН, возраст 62 $\pm$ 4 года), 11 больных с МКС (возраст 74 $\pm$ 8 лет) и 22 добровольца без когнитивных нарушений (возраст 65 $\pm$ 9 лет). Для статистической обработки результатов применяли t-критерий Стьюдента, различия считали достоверными при  $p < 0,05$ .

У пациентов были отмечены лабораторные признаки системного воспалительного ответа и изменение сывороточного уровня ряда цитокинов. Так, при МКР отмечалось повышение по сравнению с нормой IL-8 и TNF $\alpha$  ( $p < 0,05$ ) и снижение противовоспалительного белка IL-1RA ( $p < 0,05$ ). В группе пациентов с БАПН отмечалось повышение TNF $\alpha$  ( $p < 0,01$ ), однако уровень IL-8 и других цитокинов достоверно не отличался от нормы. У пациентов с БАРН абсолютные значения провоспалительных цитокинов были наиболее высокими. При этом уровень TNF $\alpha$  был достоверно выше, чем в норме, при БАПН ( $p < 0,05$ ;  $p = 0,04$ ;  $p = 0,01$ ) и при МКР, а уровень IL-8 – достоверно выше, чем в норме ( $p < 0,02$ ). Обращало внимание, что у больных с БА (с ранним и с поздним началом) по сравнению с МКР был повышен уровень IL-12 ( $p = 0,04$ ;  $p = 0,02$  соответственно), хотя достоверных различий с контрольной группой не было.

Полученные результаты свидетельствуют о признаках иммунного провоспалительного ответа при МКР и БА. Наиболее выраженными они были при МКР и БА с ранним началом и слабее проявлялись при БА с поздним началом. Кроме того, особенностью пациентов с БА по сравнению с МКР было повышение IL-12. Сывороточный уровень IL-12 у пациентов с когнитивными расстройствами ранее не изучался, но по данным литературы однонуклеотидные полиморфизмы гена IL-12, определяющие более низкую продукцию

этого цитокина, уменьшают риск заболеть БА. Кроме того, данные, полученные на генетически модифицированных мышах, предрасположенных к БА, указывают на возможную роль IL-12 в повреждении нейронов при нейродегенерации.

Полученные результаты свидетельствуют о важности изучения уровня провоспалительных цитокинов при МКС и начальной стадии БА, в том числе в динамике и на фоне терапии.

#### SERUM LEVEL OF CYTOKINES IN COGNITIVE DISORDERS

**Malashenkova I.K.<sup>1</sup>, Krynskiy S.A.<sup>1</sup>, Ogurtsov D.P.<sup>1</sup>, Hailov N.A.<sup>1</sup>, Kazanova G.V.<sup>1</sup>, Velichkovskiy B. B.<sup>1</sup>, Selezneva N.D.<sup>2</sup>, Fedorova Y.B.<sup>2</sup>, Ponomareva E.V.<sup>2</sup>, Kolyhalov I.V.<sup>2</sup>, Gavrilova S.I.<sup>2</sup>, Didkovsky N.A.<sup>3</sup>,**

1 – National Research Center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia; 2 – FSBIS Mental Health Research Center, Moscow, Russia; 3 – FSBIS Science Research Institution of physical-chemical medicine, Moscow, Russia;  
[didkovskinic@gmail.com](mailto:didkovskinic@gmail.com)

Chronic neuroinflammation is an important factor in the pathogenesis of neurodegenerative diseases. The role of inflammatory cytokines in the pathogenesis of these diseases is subject of intensive research. However, the data on serum levels of cytokines in the early stage of Alzheimer's disease (AD) and in mild cognitive impairment (MCI) are contradictory. Here we researched serum levels of IL-6, IL-8, IL-12, TNF $\alpha$ , IL-10, IL-1RA in patients with AD and MCI. 15 patients with late onset AD (LOAD, age 62 $\pm$ 4), 10 patients with early onset AD (EOAD, age 62 $\pm$ 4), 11 patients with MCI (age 74 $\pm$ 8) and 22 healthy volunteers (age 65 $\pm$ 9) were enrolled. T-test was used for statistical comparisons, the results were considered significant if p was <0,05. Laboratory signs of systemic inflammation and alterations in cytokine levels were detected in the patients. In patients with MCI, IL-8 and TNF $\alpha$  levels were increased (p<0,05) and IL-1RA level was decreased (p<0,05). In patients with LOAD TNF $\alpha$  was increased (p<0,01), but levels of IL-8 and other cytokines were normal. Patients with EOAD had the highest absolute values of cytokine levels. TNF $\alpha$  was significantly higher than in controls, LOAD and MCI (p<0,05; p=0,04; p=0,01), and IL-8 was significantly higher than in controls (p<0,02). Moreover, patients with AD (both LOAD and EOAD) had higher IL-12 levels relative to MCI (p=0,04; p=0,02) but not to controls.

These results indicate there is systemic inflammatory response in patients with MCI and AD. It is more pronounced in MCI and EOAD and less significant in LOAD. Also, patients with AD have higher levels of IL-12 than those with MCI. Serum levels of this cytokine was not previously studied in patients with cognitive disorders, but according to the literature, single nucleotide polymorphisms of IL-12 gene that lower production of this cytokine decrease the risk of AD. Also, it was shown on mice genetically predisposed to AD that IL-12 might take a part in the process of neurodegeneration.

These results indicate it is important to study levels of inflammatory cytokines in MCI and AD, in particular, studies assessing the response of cytokine levels to treatment are required.

#### УРОВЕНЬ ФАКТОРА РОСТА НЕРВОВ В СЫВОРОТКЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕРЕБРОЛИЗИНА ПРИ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВАХ

**Малашенкова И.К.<sup>1</sup>, Хайлов Н.А.<sup>1</sup>, Крынский С.А.<sup>1</sup>, Огурцов Д.П.<sup>1</sup>, Селезнева Н.Д.<sup>2</sup>, Федорова Я.Б.<sup>2</sup>, Пономарева Е.В.<sup>2</sup>, Колыхалов И.В.<sup>2</sup>, Гаврилова С.И.<sup>2</sup>, Дидковский Н.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский центр «Курчатовский Институт», Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение Научный центр психического здоровья, Москва, Россия;

<sup>3</sup>Федеральный научно-клинический центр физико-химической медицины ФМБА России, Москва, Россия;  
[didkovskinic@gmail.com](mailto:didkovskinic@gmail.com)

Фактор роста нервов (NGF) относится к семейству нейротрофических факторов. Предполагают, что NGF может играть двоякую роль в патогенезе болезни Альцгеймера (БА). Предшественник этого фактора, proNGF, оказывает апоптотическое действие на нейроны и усиливает агрегацию амилоида-бета, в то время как зрелый NGF оказывает нейропротективное действие на холинэргические нейроны при экспериментальной БА. NGF стимулирует развитие, активность и выживание нейронов, рост аксонов, участвует в формировании памяти и в эффективной работе мозга, способствует ангиогенезу. Повышение NGF является маркером повреждения нервной ткани при травме и интоксикациях. При БА ряд авторов отмечают повышение общего уровня NGF в ликворе и сыворотке, другие не находят различий с показателями здоровых. Описана дисфункция обмена нейротрофинов и их дефицит при БА. Церебролизин (Ц.) содержит ряд нейротрофических факторов, энкефалины, орексин, и по данным литературы может оказывать лечебный эффект при повреждении мозга различного генеза.

В данном исследовании определяли уровень NGF в сыворотке крови методом ИФА (ООО «Биохиммак») до и после терапии Ц у 20 больных с мягким когнитивным снижением (МКС) амнестического типа (возраст 71 $\pm$ 6 лет). Пациенты получали 20 инфузий Ц. по 30 мл в течение 4 недель. Обследование проводилось в начальной точке и через 10 недель. Клинический эффект лечения оценивался с помощью тестов MMSE, MOCA, Boston naming test. Больных с хорошим эффектом включали в группу 1 (г. 1), с умеренным эффектом – в группу 2 (г. 2). Для оценки значимости различий использовали U-критерий Манна-Уитни.

У большинства больных г. 1 NGF в сыворотке крови не определялся, а в г. 2 он, как правило, был выше порога определения. Также уровень NGF отрицательно коррелировал с результатами когнитивных тестов MMSE и Boston Naming Test (r = -0,52; r = -0,71).

Обнаружено, что содержание NGF в начале лечения ассоциировалось с последующим эффектом терапии (БНТ -0,42): оно было ниже порога определения у 8 из 9 пациентов в г. 1 и лишь у 3 из 10 больных в г. 2 (p<0,05). При этом в г. 1 NGF, как правило, оставался ниже порога определения через 6 нед. после окончания курса Ц. У единственного пациента данной группы, у которого через 6 нед уровень NGF поднялся выше порога определения, это сопровождалось признаками системного воспаления: повышением СОЭ (с 14 до 25 мм/ч) и уровня С-реактивного белка (с 7,1 мг/л до 21 мг/л при норме до 5,0 мг/л). Полученные

результаты демонстрируют, что уровень NGF в сыворотке крови в начале лечения является потенциальным предиктором эффективности терапии Ц. при МКР.

### **SERUM LEVEL OF NERVE GROWTH FACTOR AND THE CLINICAL EFFECT OF CEREBROLYSIN IN COGNITIVE DISORDERS**

**Malashenkova I.K.<sup>1</sup>, Hailov N.A.<sup>1</sup>, Krynskiy S.A.<sup>1</sup>, Ogurtsov D.P.<sup>1</sup>, Selezneva N.D.<sup>2</sup>, Fedorova Y.B.<sup>2</sup>, Ponomareva E.V.<sup>2</sup>, Kolyhalov I.V.<sup>2</sup>, Gavrilova S.I.<sup>2</sup>, Didkovsky N.A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>National research center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia; <sup>2</sup>Federal state budget institution Scientific Center of Mental Health, Moscow, Russia; <sup>3</sup>Federal Scientific-Research Center of Physical-Chemical Medicine of FMBA of Russia, Moscow, Russia; [didkovskinic@gmail.com](mailto:didkovskinic@gmail.com)

Nerve growth factor (NGF) is a neurotrophic factor that has a dualistic role in the pathogenesis of Alzheimer's disease (AD): the mature protein has a neuroprotective action on cholinergic neurons, while its precursor proNGF is neurotoxic and augments aggregation of amyloid-beta. NGF stimulates neurogenesis, angiogenesis, survival and functional activity of neurons, is important for memory formation. Total NGF levels increase as a marker of brain trauma and neurotoxicity. In AD some of the authors report an increase in total NGF level in the serum and cerebrospinal fluid. Cerebrolysin (C) contains a diversity of neurotrophic factors and is effective in various diseases of the brain.

In this study, the serum levels of NGF were assessed before and after a course of C infusions in 20 patients with amnesic MCI (71±6 years) by ELISA ("Biochemmack"). The patients received 20 cerebrolysin infusions (30 ml/dose/day during 4 weeks). The patients underwent clinical investigation at baseline and after 10 weeks. The clinical effect of treatment was assessed by neuropsychological scales including MMSE, MOCA, Boston naming test. Patients with good effect were included into group 1 (g. 1), those with minimal effect were included into group 2 (g. 2). Mann-Whitney U-test was used for statistical comparisons.

In g. 1 baseline serum NGF was mostly undetectable, while in g. 2 it was mostly above the threshold of detection. NGF levels correlated negatively with the results of MMSE and Boston Naming Test ( $r = -0.52$ ;  $r = -0.71$ ).

We have found that baseline NGF levels were associated with clinical effect (BNT – 0,42): NGF was undetectable in 8 of 9 cases in g. 1 and in 3 of 10 cases in g.2 ( $p < 0,05$ ). In 7 of 8 patients of g.1, NGF remained undetectable after 10 weeks. In the only case when a patient of this group had detectable NGF after 10 weeks, it was accompanied with systemic inflammation: ESR has increased from 14 to 25 mm/hour and C-reactive protein has increased from 7,1 mg/l to 21 mg/l.

According to this data, low NGF serum levels at baseline can potentially predict good clinical effect from C. in patients with MCI.

### **ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗВИТИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ КОГНИТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ**

**Малева О.В., Трубникова О.А., Барбараш О.Л.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Кемерово, Россия; [maleva.o@mail.ru](mailto:maleva.o@mail.ru)

**Цель:** оценить показатели качества жизни у пациентов через год после коронарного шунтирования (КШ) в зависимости от развития стойкой послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД).

**Материалы и методы:** проанализированы показатели качества жизни по опроснику SF 36 (Short Form 36-item Health Status Questionnaire), 137 пациентов – мужчин (средний возраст 55,9±5,3 лет) до и через 1 год после КШ. Когнитивный статус оценивался неврологом скрининговыми шкалами MMSE (Mini-mental state examination) и FAB (Frontal Assessment Battery). Проходной балл для включения в исследование до КШ по данным шкалам составил более 24 и 11, соответственно. Нейропсихологическая батарея тестов состояла из 13 показателей, оценивающих нейродинамику, память и внимания. Диагноз ПОКД верифицировали при снижении когнитивных показателей у каждого пациента на 20% от исходных в 20% проводимых тестов. Статистический анализ результатов проводили в программе «STATISTICA 8.0».

**Результаты:** Через 1 год после КШ на основании результатов нейропсихологического тестирования сформировались 2 группы: 1 группа – 77 (56%) пациентов с развившейся стойкой ПОКД и 2 группа – 60 (44%) – без ПОКД. До КШ различий между нейродинамическими показателями и параметрами качества жизни у обеих групп пациентов не было. Спустя год после КШ группа пациентов без ПОКД и с ПОКД имели положительную динамику в улучшении физического функционирования ( $p = 0,02$  и  $p = 0,0002$ , соответственно), ролевого функционирования, обусловленного физическим состоянием ( $p = 0,015$  и  $p = 0,003$ , соответственно), и в уменьшении интенсивности боли (ИБ) ( $p = 0,02$  и  $p = 0,0008$ , соответственно). Пациенты без ПОКД имели лучшую оценку общего состояния здоровья, чем пациенты с ПОКД ( $p = 0,01$  и  $p = 0,9$ , соответственно) и выше балл в шкале ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием ( $p = 0,03$  и  $p = 0,6$ , соответственно). В обеих группах пациентов не выявлено динамики в социальном функционировании, жизненной активности и психическом здоровье ( $p \geq 0,05$ ).

**Выводы:** У пациентов со стойкой ПОКД через 1 год после КШ качество жизни по психическому компоненту здоровья было хуже по сравнению с пациентами без стойкой ПОКД, что указывает на необходимость проведения своевременной диагностики и профилактики развития неблагоприятных когнитивных исходов.

### **QUALITY OF LIFE IN PATIENTS UNDERGOING CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING DEPENDING ON THE DEVELOPMENT OF POSTOPERATIVE COGNITIVE DYSFUNCTION**

**Maleva O.V., Trubnikova O.A., Barbarash O.L.**

Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases",  
Kemerovo, Russia; [maleva.o@mail.ru](mailto:maleva.o@mail.ru)

**Objective:** To assess quality of life in patients one year after coronary artery bypass grafting (CABG), depending on the development of long-term postoperative cognitive dysfunction (POCD).

**Material and Methods:** Quality of life was estimated using the SF-36 questionnaire (36-item Short Form Health Survey) before surgery and 1 year after CABG in 137 male patients (the mean age  $55.9 \pm 5.3$  years) enrolled in the study. Cognitive functioning was assessed by a neurologist with the MMSE (Mini-mental state examination) and FAB (Frontal Assessment Battery) tests. Cut-off scores to include patients for the MMSE were  $> 24$  scores and for the FAB  $> 11$  scores. Neuropsychological testing battery was focused on 13 parameters relevant to neurodynamics, memory and attention. The presence of POCD was estimated on the basis of criteria defined as a 20% decline on 20% of the tests. The statistical analysis was conducted using "Statistica 8.0".

**Results:** One year after CABG, patients were assigned to two groups according to the results of neuropsychological testing: Group 1 ( $n=77$ , 56%) – patients with long-term POCD, and Group 2 ( $n=60$ , 44%) – patient without POCD. There were no differences in neurodynamic parameters and quality of life before CABG between the groups. One year after CABG, a positive trend in the improvement of physical ( $p = 0.02$  vs.  $p = 0.0002$ , respectively) functioning and physical role functioning ( $p = 0.015$  vs.  $p = 0.003$ , respectively) in both groups has been determined. Moreover, patients with long-term POCD as well as patients without POCD demonstrated a tendency in reducing pain intensity (PI) ( $p = 0.02$  vs.  $p = 0.0008$ , respectively). However, patients without POCD had a better overall health status than patients with POCD ( $p = 0.01$  vs.  $p = 0.9$ , respectively) as well as higher scores for the emotional role functioning ( $p = 0.03$  vs.  $p = 0.6$ , respectively). There were no changes found in social functioning, vitality and mental health in both groups ( $r \geq 0.05$ ).

**Conclusion:** Patients with long-term POCD 1 year after CABG had lower quality of life according to the mental component scores compared to patients without POCD. The obtained results suggested the need for early diagnosis and prevention of adverse cognitive outcomes.

### ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА ПРИ ПРОГРЕССИРУЮЩЕЙ СУДОРОЖНОЙ ГОТОВНОСТИ МОЗГА

Мамалыга М.Л.

Научный Центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева, Москва, Россия; [mamalyga\\_49@mail.ru](mailto:mamalyga_49@mail.ru)

**Цель исследования.** Изучить вариабельность сердечного ритма (BCP) при постепенном увеличении судорожной готовности (СГ).

**Материал и методы.** Исследования проведены на крысах-самцах линии Wistar, массой 180-200 г. Животным ежедневно (в течение месяца) вводили субконвульсивную дозу пентилентетразола (ПТЗ) (24 мг/кг). Это сопровождается постепенным увеличением СГ. В течение этого времени у свободно перемещающихся животных в режиме on-line проводили телеметрическую регистрацию видео-ЭКГ-ЭЭГ.

#### **Результаты и их обсуждение.**

Через 7 дней после введения ПТЗ наблюдали, повышение СГ животных. Средняя пороговая доза ПТЗ, вызывающая клонико-тонические судороги, снижалась по отношению к контролю на 27%. После 7-дневного киндлинга ЧСС увеличивалась ( $P < 0,01$ ). Увеличение ЧСС синхронизировано с появлением пик-волновых разрядов на ЭЭГ. При этом происходит значительное увеличение абсолютной и относительной мощности HF волн, повышение HFnu, RMSSD, снижение LF/HF. Анализ BCP указывает на высокую парасимпатическую активность. Кроме того, в этот период происходит увеличение QT интервалов у 54% животных.

После 27-дневного киндлинга СГ животных значительно повышалась. Средняя пороговая доза ПТЗ, вызывающая клонико-тонические судороги, снижалась по отношению к контролю на 65%. У 87,7% животных возникла тахикардия, тогда как брадикардия возникала в 1,7% случаев. Это свидетельствует о том, что высокая СГ затрагивает структуры мозга, связанные с вегетативной регуляцией сердечной деятельности. Увеличение ЧСС часто предшествовало пик-волновым разрядам. Происходило значительное снижение TP, SDNN, увеличение абсолютной и относительной мощности LF волн, повышение LFnu, LF/HF. Анализ BCP, указывает на высокую симпатическую активность. В этот период происходит увеличение QT интервала у 87% животных. Такие сердечные изменения являются причиной жизнеугрожающих нарушений ритма и внезапной смерти при эпилепсии.

**Заключение.** Нарушения вегетативной регуляции сердечного ритма возникают уже на начальном этапе повышения СГ. Продолжительный 27-дневный киндлинг приводит к значительному повышению СГ, что сопровождается активацией симпатической нервной системы и снижением BCP. Эти изменения, а также увеличение QT интервала у животных с высокой СГ могут провоцировать возникновение внезапной сердечной смерти. Полученные результаты имеют значение для объяснения патологических механизмов внезапной смерти при прогрессирующем нарастании СГ.

### TELEMETRY MONITORING OF THE HEART WITH PROGRESSIVE CONVULSIVE READINESS OF THE BRAIN

Mamalyga M.L.

Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation; [mamalyga\\_49@mail.ru](mailto:mamalyga_49@mail.ru)

**Purpose.** Study the heart rate variability (HRV) in rats with a gradual increase in convulsive readiness (CR).

**Methods.** The study was performed in male rats of the line Wistar, weight 180-200 g. Animals were injected subconvulsive dose of pentylentetrazol (PTZ) (24 mg/kg) every day (for a month). This is accompanied by a gradual increase in CR. During this time at freely moving animals in the on-line mode carried out telemetric registration video-ECG-EEG.

**Results and their discussion.** In 7 days after PTZ injection, observed increase of CR of animals. The average threshold dose PTZ, appealing clonico-tonic convulsions, decreased in relation to the control by 27%. After a 7-day kindling heart rate increased ( $P < 0.01$ ). The increase in heart rate synchronized with the advent of

peak-wave discharges on EEG. This is accompanied by a significant increase in absolute and relative power of HF waves, increase of HFnu, RMSSD, decrease in LF/HF. Analysis of HRV indicates a high parasympathetic activity. In addition, in this period there is an increase in the QT interval at 54% of the animals. CR of animals considerably raised after 27-day kindling. The average threshold dose PTZ, appealing clonico-tonic convulsions, decreased in relation to the control by 65%. From 87.7% of the animals had tachycardia, while bradycardia occurred in 1.7% of the cases. This indicates that high CR affect the structure of the brain, associated with autonomic regulation of cardiac activity. The increase in heart rate frequently preceded peak-wave discharges. There was a significant decrease in TP, SDNN, the increase in the absolute and relative power LF waves, increasing LFnu, LF/HF. Analysis of HRV indicates a high sympathetic activity. In this period there is an increase in QT interval at 87% of the animals. Such change of heart can be life-threatening emergencies and as evidenced by the literature data, they are often cause of sudden death in epilepsy.

**Conclusion.** Violations of autonomic regulation of cardiac rhythm occurs already at the initial phase increase of CR. 27-day kindling leads to significant increase of CR that is accompanied by activation of sympathetic nervous system and decrease in HRV. These changes, as well as an increase in the QT interval in animals with a high CR can contribute to the occurrence of sudden cardiac death. The received results are important for the explanation of the pathological mechanisms of sudden death in progressive increase of CR.

### **ТКАНЕСПЕЦИФИЧНОЕ ПОРАЖЕНИЕ КЛЕТОК ГЛАЗА МЛЕКОПИТАЮЩИХ *IN VIVO* В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОСТРОЙ ГИПОКСИИ**

**Ю.В. Маркитантова, С.И. Акберова<sup>1</sup>, А.А. Рябцева<sup>2</sup>, О.Г. Строева**

Институт биологии развития РАН им. Н.К. Кольцова; Москва, Россия;

<sup>1</sup>Медицинский центр "МЕД КВАДРАТ" Москва, Россия;

<sup>2</sup>Московский Областной Научно-Исследовательский Институт (МОНИКИ); Россия; [yuliya.mark@gmail.com](mailto:yuliya.mark@gmail.com)

Гипоксия – важный патогенный фактор, вызывающий изменение клеточного метаболизма, нарушение баланса между пролиферацией и гибелью клеток, нарушения функционирования органов. Наиболее чувствительным к гипоксии органом является глаз. Эффекты действия разных типов экспериментальной гипоксии на жизнеспособность клеток глаза, сетчатки в частности, изучаются, в основном, в системе *in vitro*. Работы на культурах клеток не дают ответа на вопрос, в какой мере гипоксия связана с апоптотической гибелью клеток разных тканей глаза. Именно поэтому, разработка экспериментальных моделей *in vivo* продолжает оставаться актуальной задачей в решении этого вопроса, для оценки степени и механизмов гипоксических повреждений тканей глаза. Цель настоящей работы состояла в изучении действия экспериментальной острой гипоксии на ткани глаза у взрослых крыс *in vivo*. Прежде всего, анализировали активацию поврежденных ДНК в клетках, что может приводить к их гибели. Клетки с фрагментированной ДНК идентифицировали с помощью: метода TUNEL, анализа связывания Hoechst33342 с ДНК, по состоянию хроматина и локализации его на периферии ядра, маркеров апоптоза, с применением световой и флуоресцентной микроскопии. Известно, что гибель клеток по пути апоптоза участвует в регуляции эмбриогенеза, функционирования тканей в постнатальном онтогенезе, но приобретает характер патологического процесса при действии неблагоприятных факторов. К настоящему времени накоплена информация о факторах, инициирующих гибель клеток и ее особенностях в разных типах клеток. Мы обнаружили тканеспецифичный связанный с активацией повреждений ДНК ответ клеток глаза крыс, на действие моделируемых в опыте условий гипоксии. Деградация ДНК с последующей гибелью клетки – одно из звеньев в реализации гипоксических влияний при многих патологиях глаза. Гибель клеток наблюдается при катаракте, глаукоме и других заболеваниях, затрагивая ткани переднего сегмента глаза и сопровождающихся дегенерацией сетчатки. Мы обнаружили первичное поражение в клетках конъюнктивы и эпителия роговицы. Поражение сетчатки рассматривается как вторичный процесс в патогенезе развития дисфункций тканей глаза вследствие гибели клеток, в ответ на данный тип гипоксии. Полученные в работе данные подтверждают, что пространственно-временные особенности проявления повреждений ДНК в глазу взрослых крыс *in vivo* зависят от статуса и чувствительности клеток к определенным условиям экспериментальной гипоксии.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 16-04-01114.*

### **TISSUE-SPECIFIC CELL'S DAMAGE IN THE MAMMALS EYE TISSUES *IN VIVO*, UNDER CONDITION OF THE ACUTE EXPERIMENTAL HYPOXIA**

**Y.V. Markitantova, S.I. Akberova<sup>1</sup>, A.A. Riabtseva<sup>2</sup>, O.G. Stroevea**

Koltsov Institute of Developmental Biology, RAS, Moscow, Russia;

<sup>1</sup>Medical center "MedKvadrat"; Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Moscow Regional Research Institute (MONIKI); Moscow, Russia; [yuliya.mark@gmail.com](mailto:yuliya.mark@gmail.com)

It is well known the role of hypoxia as an important pathogenic factor that causes the changes in the cells metabolism, the dysfunctions in the organs and systems. Hypoxia causes an imbalance between the proliferative activity of the cells and their death. The eye is one of the most sensitive organs to the effects of hypoxia. The different effects of various types of the experimental hypoxia on eye cells, on the cells of the neural retina, were shown mainly in studies *in vitro*. Studies of the effects of hypoxia on cell cultures from different tissues of the eye do not answer the question in what extent the hypoxia is associated with apoptotic cell death of the eye tissues. For this reason the development of experimental *in vivo* models remains an urgent task to study the mechanisms and the degree of hypoxic damages in the eye tissues. The purpose of this work was to study the action of experimental acute hypoxia on the ocular tissues in the adult rats *in vivo*, after placing animals in a pressure chamber. First of all, the activation of the DNA damage in cells causing to their death was analyzed. The cells with fragmented DNA were identified by: TUNEL assay, with Hoechst 33342 staining and analyzing the morphological changes, condensation and localization chromatin at the nuclear periphery, apoptosis markers, using light and luminescent microscopy. Cell death by apoptosis is involved in the regulation of embryogenesis, the eye tissues

functions in normal ontogenesis, but apoptosis take on the character of the pathological process under the influence of unfavorable factors. Within the last years a large amount of information has been accumulated about the characteristic features of the cell death depending on the cell's type and the triggering factors. We found the tissue-specific response associated with DNA damage in the rat eyes cells to the action of the experimental conditions of the hypoxia modeling in this work. DNA degradation is a transition to the terminal phase of apoptosis. The primary lesion we have found in the cells of the conjunctiva and in the cells of the eye corneal epithelium. Degeneration of the retina we considered as the secondary delayed process in the pathogenesis of the eye tissues dysfunctions due to the cell death in response to this type of hypoxia. The damage of DNA in situ followed by cell death is as one of the most important link in the realization of hypoxic influences in eye pathologies. Cell death by apoptosis is observed in cataract, glaucoma and other eye diseases accompanied by anterior eye segment and retinal degeneration. The data we obtained proved that the spatio-temporal features of the cell death in the adult rat eye tissues were depended on the state and the sensitivity of the cells to the specific conditions of the experimental hypoxia.

*The study was funded by RFBR, according to the research project No. 16-04-001114.*

### **МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ ГЕМАТО-ЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА**

**Марков А.Г.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; [markov\\_51@mail.ru](mailto:markov_51@mail.ru)

Гематоэнцефалический барьер можно определить как совокупность тесно взаимодействующих между собой тканевых структур и физиологических механизмов, контролирующих обмен веществами между кровью и центральной нервной системой с целью поддержания условий, оптимальных для функционирования мозга. По существующим представлениям в гематоэнцефалический барьер входят следующие структуры: отростки астроцитов, перициты, эндотелий сосудов головного мозга, соединенный плотными контактами, а также базальная мембрана. Главную роль в обеспечении барьерной функции гематоэнцефалического барьера в настоящее время приписывается именно клеткам эндотелия сосудов головного мозга и соединяющим их плотным контактам. Многочисленные исследования свидетельствуют, что экспрессия отдельных членов семейства белка клаудина ведет к образованию нитей плотных контактов, соединяющих соседние клетки и формирует парацеллюлярный барьер для ионов и макромолекул. При исследовании ткани головного мозга методом Вестерн-блота была показана экспрессия клаудина-1, -3, -5 и -12, обеспечивающих повышение барьерных свойств эпителия, а также клаудина-2 и -17, образующих межклеточные поры для транспорта ионов и воды. Иммуногистохимическое исследование и лазерная конфокальная микроскопия подтверждают локализацию клаудинов в клетках эндотелия сосудов головного мозга. Увеличение глюкокортикоидов в плазме крови влияет на уровень белков плотных контактов в эндотелии сосудов. Формирование гематоэнцефалического барьера опосредовано комплексом взаимодействующих белков различных структур. В развитии гематоэнцефалического барьера экспрессия дистрофина в ножках астроцитов, окружающих кровеносные сосуды совпадает с образованием этого барьера. У линии мышей *mdx* отсутствует белок дистрофин, поэтому этих животных использовали как модель для изучения нарушения взаимодействия дистрофина в ножках астроцитов с внеклеточным матриксом и влияния этого взаимодействия на структуру плотных контактов эндотелия.

*Работа поддержана грантом СПбГУ 1.38.231.2014.*

### **MOLECULAR BASIS OF BLOOD-BRAIN BARRIER**

**Markov A.G.**

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia; [markov\\_51@mail.ru](mailto:markov_51@mail.ru)

The blood-brain barrier (BBB) is a complex of cell structures and physiological mechanisms interacting with each other and controlling the transport of substances between blood and the central nervous system (CNS) in order to maintain the conditions that are optimal for brain function. According to modern data, the BBB includes astrocytic end feet, pericytes, brain capillaries endothelial cells (BCECs) connected by the tight junction and the basal membranes. Nowadays, it is BCECs and the TJs between them which are believed to play the key role in providing the barrier function to the BBB. The investigation of the BCECs permeability and its regulation are the main objective of the research on barrier properties of the BBB. A number of studies revealed that expression of single members of the claudin family leads to formation of TJ strands connecting neighboring cells and form the paracellular barrier to ions and macromolecules. In the study of the brain tissue by Western blot expression of claudin-1, -2, -3, -5, -12 (provide the increase of a barrier properties of the endothelium), and claudin-2 and -17 (participate in formation of intercellular pores for ion transport, and water). Immunohistochemical examination and laser confocal microscopy confirmed the localization of claudin in vascular endothelial cells of the brain. An increase in plasma glucocorticoids affect the protein level of the tight junctions in the endothelium of brain vessels. The formation of the blood-brain barrier is mediated by a complex of interacting proteins of various structures. In the development of the blood-brain barrier dystrophin expression in astrocytes legs surrounding the blood vessel coincides with its formation. In *mdx* mice missing dystrophin protein, so these animals was used as a model for studying the interaction of dystrophin disorders in legs astrocyte with extracellular matrix and the influence of this interaction on the structure of endothelial TJ.

*This work was supported by a grant from St. Petersburg State University № 1.38.231.2014.*

## ЛОКАЛИЗАЦИЯ ОБЛАСТИ С МАКСИМАЛЬНОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ В СЕТЧАТКЕ БАЙКАЛЬСКОГО ТЮЛЕНЯ (*PUSA SIBIRICA*)

Масс А.М., Супин А.Я.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, г. Москва, Россия, 119071 Ленинский пр.33, е –mail: [alla-mass@mail.ru](mailto:alla-mass@mail.ru)

Исследование ретинальной топографии помогает понять многие свойства зрительной системы и организации полей зрения. Особый интерес представляют области с высокой плотностью ганглиозных клеток, обладающие наибольшей разрешающей способностью и известные у наземных млекопитающих, как *area centralis* и зрительная полоска (*visual streak*).

Плодотворными оказались исследования ластоногих, демонстрирующие большое разнообразие вариантов зрительной системы с различной степенью адаптации к различным условиям обитания. Особый интерес вызывают виды-эндемики, к которым относится Байкальский озерный тюлень (*Pusa sibirica*) – единственное водное млекопитающее озера Байкал.

В настоящей работе представлены данные по топографии ганглиозных клеток и распределению их плотности на тотальных препаратах (*whollemounts*) сетчатки байкальского тюленя. Представлены топографические карты распределения, позволившие выявить локальную специализированную область с максимальной концентрацией ганглиозных клеток, определить ее конфигурацию, размеры и локализацию. Организация этой области в общих чертах сходна с *area centralis* наземных хищных, однако есть особенности, которые обсуждается в сравнительном аспекте. Оценены максимальные значения плотности ганглиозных клеток в этой зоне. Рассматривается анатомия глаза, особенности оптической системы, адаптивные свойства ганглиозного слоя сетчатки байкальского тюленя.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №16-04-00161.*

## RETINAL GANGLION LAYER TOPOGRAPHY IN THE BAIKAL SEAL (*PUSA SIBIRICA*)

A.M. Mass, A.Ya. Supin

Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences. 33 Leninsky prospect, 119071 Moscow, Russia

Investigation of retinal topography is helpful to understand many features of the visual system and visual field organization. The areas of high ganglion cell density are of particular interest. In present study, topographic distribution of ganglion cells was analyzed in retinal *whollemounts* in an endemic species of pinnipeds, the Baikal seal (*Pusa sibirica*).

The total number, size, topographic distribution, and density of ganglion cells were studied in retinal *whollemounts* of the Baikal seals. The topographic distribution of ganglion cells showed a definite area of high cell density. This area of high ganglion cell density in the retina of a Baikal seal look like the *area centralis* of terrestrial carnivores. Data on peculiarities of eye anatomy, optical system, and retinal ganglion cell layer of Baikal seal are presented.

*This study was supported by the Russian Foundation for Basic Research Grant # 16-04-00161.*

## НЕЙРОИММУНОЭНДОКРИННЫЕ МАРКЕРЫ ПСИХИЧЕСКИХ И ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ, ВЫЗВАННЫХ УПОТРЕБЛЕНИЕМ ПСИХОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, У ЛИЦ МУЖСКОГО ПОЛА

Мастерова Е.И., Невидимова Т.И., Савочкина Д.Н., Бохан Н.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт психического здоровья», Томск, Россия, [actro@yandex.ru](mailto:actro@yandex.ru)

Употребление психоактивных веществ приводит к изменениям биоэлектрической активности головного мозга. При возникновении зависимости отмечают ЭЭГ-перестройки, сопровождающиеся усилением  $\beta$ - и  $\theta$ -ритмов и ослаблением  $\alpha$ -ритма, (Свидерская Н.Е. и др., 2003). Особого внимания заслуживают изменения цитокинового баланса при аддиктивной патологии, регулируемого эндокринной системой (Панченко Л. Ф. и др., 2010; Corrales J. J. et al., 2006; Reese A. S., 2012). В связи с этим актуальным представляется изучение нейроиммуноэндокринных взаимосвязей у лиц с аддиктивными расстройствами. Обследование проведено у 54 лиц мужского пола со средним возрастом 23,6±6,4 лет (35 человек – лица с психическими и поведенческими расстройствами, вызванными употреблением психоактивных веществ (ПАВ), 19 человек – условно здоровые лица). Проводилось ЭЭГ-тестирование в условиях ольфакторной стимуляции с включением в качестве одоранта изопропанола. В супернатантах культуры крови, определяли уровни митогениндуцированной продукции спектра цитокинов на мультиплексном анализаторе Luminex 200 (США) с использованием набора реагентов Human Cyto/Chemokine (Merck Millipore). В сыворотке крови при помощи ИФА определяли уровень тестостерона. У опиоидно-зависимых лиц предъявление ольфакторного стимула приводило к снижению  $\beta$ -активности ЭЭГ по сравнению с пациентами с сочетанным употреблением (ПАВ), у которых этот ритм возрастал ( $F=5,36$ ,  $p=0,03$ ). Кроме того, при сравнении этих же групп у пациентов, употребляющих опиоиды, отмечено снижение митогенстимулированной продукции ИНФ- $\gamma$  [224,4 (77,4;457,9) и 1393,9 (640,4;3256,9),  $p=0,006$ ], ИЛ1 $\alpha$  [201,4 (114,4;251,0) и 354,8 (274,1;631,0),  $p=0,02$ ], ФНО- $\alpha$  [1482,8 (1096,1;2524,9) и 3395,0 (2098,2;4835,9),  $p=0,02$ ], и возрастание уровня тестостерона [41,5 (37,8;51,5) и 31,5 (24,7;37,2),  $p=0,018$ ]. Таким образом, получены результаты, свидетельствующие о сопряженности ольфакторной ЭЭГ-реакции с иммуноэндокринными сдвигами у пациентов мужского пола с аддиктивными расстройствами с разным спектром употребляемых ПАВ.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-15-00183).*

## NEUROIMMUNOENDOCRINE MARKERS OF MENTAL AND BEHAVIOURAL DISORDERS DUE TO PSYCHOACTIVE SUBSTANCE USE IN MALES

**Masterova E.I., Nevidimova T.I., Savochkina D.N., Bokhan N.A.**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Mental Health Research Institute", Tomsk, Russian Federation, [actro@yandex.ru](mailto:actro@yandex.ru)

Psychoactive substance use leads to changes in brain bioelectric activity. EEG-changes which are accompanied by amplification of  $\beta$ - and  $\theta$ -rhythms and attenuation of  $\alpha$ -rhythm are registered in drug addicts becoming dependent (Sviderskaya N.E. et al., 2003). The special attention is deserved by alterations of the cytokine balance in addictive pathology, regulated by endocrine system (Panchenko L.F. et al., 2010; Corrales J. J. et al., 2006; Reece A. S., 2012). In this regard study of neuroimmunoendocrine interrelationships in persons with addictive disorders appears to be relevant. 54 males aged averagely  $23,6 \pm 6,4$  years were examined (35 persons – males with mental and behavioural disorders due to psychoactive substance use (PAS), 19 persons – conventionally healthy males). EEG-testing under conditions of olfactory stimulation with inclusion of isopropanol as an odorant was carried out. In supernatants of blood culture, levels of mitogen-induced production of cytokine spectrum were measured with use of multiplex analyzer Luminex 200 (US) and set of reagents Human Cyto/Chemokine (Merck Millipore). Testosterone level in blood serum was measured with use of ELISA. In opioid-dependent persons presentation of olfactory stimulus led to decrease in  $\beta$ -activity of EEG compared with patients with combined use (PAS) in whom this rhythm increased ( $F=5.36$ ,  $p=0.03$ ). In addition, under comparison of the same groups in patients using opioids decrease in mitogen-stimulated production of INF- $\gamma$  [224.4 (77.4; 457.9) and 1393.9 (640.4; 3256.9),  $p=0.006$ ], IL1ra [201.4 (114.4; 251.0) and 354.8 (274.1; 631.0),  $p=0.02$ ], TNF- $\alpha$  [1482.8 (1096.1; 2524.9) and 3395.0 (2098.2; 4835.9),  $p=0.02$ ], and increase in level of testosterone [41.5 (37.8; 51.5) and 31.5 (24.7; 37.2),  $p=0.018$ ] were found. Thus, we have findings testifying to an association between olfactory EEG-reaction and immunoendocrine alterations in male patients with dependence on different PAS used.

*The work has been carried out under support of RSF (project no. 14-15-00183).*

## СТРУКТУРЫ И ФУНКЦИИ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ (Ni(Fe)) ДИОКСИГЕНАЗ, ВКЛЮЧЁННЫХ В ЦИКЛ СИНТЕЗА И ВОСПРОИЗВОДСТВА МЕТИОНИНА. РОЛЬ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ МАКРОСТРУКТУР В МЕХАНИЗМЕ КАТАЛИЗА НА МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

**Матиенко Л.И., Бинюков В.И., Мосолова Л.А., Миль Е.М., Заиков Г.Е.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, ул. Косыгина 4, 119334 Москва, Россия; [matienko@sky.chph.ras.ru](mailto:matienko@sky.chph.ras.ru)

Цикл синтеза и воспроизводства метионина играет важную роль в регуляции ряда важных метаболитов в прокариотах и эукариотах. Два фермента Ni- и Fe-содержащие Ациредуктон Диоксигеназы, Ni(Fe)-ARD, принимают участие в пути рециркуляции метионина, который регулирует аспекты клеточного цикла. Ni(Fe)-ARD имеют одну и ту же аминокислотную последовательность, и отличаются только ионом металла, с которым они связаны, что приводит к различной структуре и определяет их специфическую активность. Ферменты взаимодействуют с одними и теми же субстратами (Ациредуктон (ARD) и кислород), но дают различные продукты: Fe-ARD катализирует 1,2-оксигенирование ARD с образованием формиата и 2-кето-4-метилтиобутирата, предшественника метионина, и, таким образом, участвует в метиониновом цикле, а Ni-ARD катализирует 1,3-оксигенирование ARD, давая формиат, окись углерода и 3-метилтиопропионат, путь трансформации ARD, не приводящий к образованию метионина. Мы предположили, что разная самоорганизация катализаторов в макроструктуры за счёт межмолекулярных H-связей и других нековалентных взаимодействий может быть одной из причин такого необычного функционирования ARD-ферментов. Возможность формирования устойчивых супрамолекулярных макроструктур на основе структурных и функциональных моделей Ni(Fe)-ARD: комплексов  $Ni_2(OAc)_3(асас)MP \cdot 2H_2O$  ( $MP = N$ -метилпирролидон-2),  $Fe_x(асас)_y 18C6_m(H_2O)_n$  ( $18C6=18$ -краун-6), – мы впервые подтвердили с помощью метода АСМ. Ранее мы предположили, что в случае Ni-ARD, Туг-фрагмент, участвующий в механизме, может способствовать снижению активности Ni-ARD. Как было нами установлено ранее, включение PhOH в модельный комплекс  $Ni(асас)_2 \cdot MP$ , приводит к его стабилизации. В этом случае лиганд  $асас^-$  (аналог Ациредуктона) не подвергается  $O_2$ -зависимой трансформации. Также стабильность тройных комплексов  $Ni(асас)_2 \cdot MP \cdot PhOH$ , по-видимому, связана с формированием стабильных к окислению супрамолекулярных макроструктур вследствие внутри – и межмолекулярных H-связей. Образование макроструктур за счёт межмолекулярных H-связей на основе комплексов  $\{Ni(асас)_2 \cdot MP \cdot PhOH\}$ , установленное нами методом АСМ, свидетельствовало в пользу предполагаемой роли фенол-содержащего фрагмента. Недавно мы получили АСМ данные в пользу участия Туг-фрагмента в качестве одного из регуляторных факторов в механизме действия Ni-ARD. Мы впервые наблюдали самоорганизацию наноструктур на основе тройных систем  $\{Ni(асас)_2 + MP + Туг\}$  (L-Тирозин) за счёт межмолекулярных H-связей на специально подготовленной модифицированной кремниевой поверхности.

## METAL CONTROL ON STRUCTURE AND FUNCTIONS OF Ni(Fe) DIOXYGENASES, INCLUDED IN THE METHIONINE SALVAGE PATHWAY. THE ROLE OF SUPRAMOLECULAR MACROSTRUCTURES IN MECHANISM OF CATALYSIS ON MODEL SYSTEMS

**Matienko L.I., Binyukov V.I., Mosolova L.A., Mil E.M., Zaikov G.E.**

The Federal State Budget Institution of Science N. M. Emanuel Institute of Biochemical Physics, ul. Kosygina 4, 119334 Moscow, Russia, [matienko@sky.chph.ras.ru](mailto:matienko@sky.chph.ras.ru)

The methionine salvage pathway (MSP) plays a critical role in regulating a number of important metabolites in prokaryotes and eukaryotes. Acireductone Dioxygenases (ARDs) Ni(Fe)-ARD are enzymes involved in the methionine recycle pathway, which regulates aspects of the cell cycle. The relatively subtle differences between



the two metalloproteins complexes are amplified by the surrounding protein structure, giving two enzymes of different structures and activities from a single polypeptide. Ni(Fe)-ARD act on the same substrates, the acireductone and dioxygen, but they yield different products. Fe-ARD catalyzes a 1,2-oxygenolytic reaction, yielding formate and 2-keto-4-methylthiobutyrate, a precursor of methionine, and thereby part of the methionine salvage pathway, while Ni-ARD catalyzes a 1,3-oxygenolytic reaction, yielding formate, carbon monoxide, and 3-methylthiopropionate, an off-pathway transformation of the acireductone. We assumed that one of the reasons for the different activity of Ni(Fe)-ARD in the functioning of enzymes in relation to the common substrates can be the association of catalyst in various macrostructure due to intermolecular H-bonds and the other no covalent interactions. The possibility of the formation of stable supramolecular nanostructures based on structural and functional models of Ni(Fe)-ARD:  $Ni_2(OAc)_3(acac)MP \cdot 2H_2O$  ( $MP = N$ -methylpirrolidon-2),  $Fe^{III}(acac)_3 \cdot 18C6_m(H_2O)_n$  ( $18C6=18$ -crown-6) we first confirmed by AFM. Formation of multidimensional forms can be one of the ways to control the activity of the Ni-ARD in the methionine salvage pathway. We previously suggested that, in the case of Ni-ARD, Tyr-moiety, if it participates in the mechanism, can reduce the activity of Ni-ARD. As we established the inclusion of PhOH in model complex  $Ni(acac)_2 \cdot MP$  results in its stabilizing. In this case, the  $acac^-$  ligand (analogue of Acireductone) does not undergo  $O_2$ -dependent transformation. Also the stability of triple complexes  $Ni(acac)_2 \cdot L^2 \cdot PhOH$  seems to be due to the formation of stable to oxidation of supramolecular macrostructures due to intra- and intermolecular H-bonds. Formation of supramolecular macrostructures due to intermolecular H-bonds on the basis of complexes of  $\{Ni(acac)_2 \cdot MP \cdot PhOH\}$  that we set by the AFM method, testifies in favor of the hypothesis of the role of phenol-containing fragment. Recently with AFM we got evidence for involvement of Tyr-fragment as a regulatory factor in the mechanism of Ni-ARD action. Self-assembly based on triple systems that included L-Tyrosine as extra ligand,  $\{Ni^{II}(acac)_2 + MP + Tyr\}$ , formed on a surface of modified silicone, we observed first.

### **РОЛЬ ГАМКА, ГАМКБ И ГАМКС РЕЦЕПТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ РИТМИЧНЫХ РАЗРЯДОВ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ НЕЙРОННЫХ КОЛОНОК СОМАТИЧЕСКОЙ КОРЫ КРЫС**

**Матухно А.Е., Лысенко Л.В., Сухов А.Г.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный Университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, лаборатория экспериментальной нейробиологии, Ростов-на-Дону, Россия; [mae\\_work@mail.ru](mailto:mae_work@mail.ru)

Работа посвящена исследованию роли ионотропных ГАМКА И ГАМКС-рецепторов, а также метаботропных ГАМКБ-рецепторов в генезе первичных (ПК) и вторичных (ВК) компонентов вызванных потенциалов (ВП) отдельных нейронных колонок соматосенсорной коры крыс в ответ на механостимуляцию соответствующих вибрисс.

Исследования проводили с помощью методики микроэлектродной регистрации фокальной фоновой и вызванной активности верхних и нижних слоев нейронных колонок соматосенсорной коры мозга, представляющих контралатеральное поле вибрисс на морде животного. Для изучения роли указанных типов рецепторов в формировании различных компонентов ВП использовали соответствующие специфические блокаторы (picrotoxin, CGP 52432 и 1,2,5,6-Tetrahydropyridin-4-yl methylphosphinic acid (TPMPA)), которые вводили в нейронные колонки с помощью отдельного стеклянного микроэлектрода под небольшим гидравлическим давлением в непосредственной близости от регистрирующих микроэлектродов (на удалении до 100 мкм). Объем вводимых веществ не превышал 1 мкл.

Полученные результаты позволили сделать заключение о том, что, во-первых, все три типа нейрорецепторов вовлечены в процессы формирования первичных и вторичных компонентов вызванных потенциалов, причем, с большей степенью влияния на ВК в виде ритмичных разрядов последействия. Амплитудно-временные параметры ПК ВП более устойчивы к воздействию указанных веществ. Во-вторых, установлено послышное влияние, в частности, более выраженное воздействие блокатора ГАМКС-рецепторов на формирование ВП в верхних афферентных модулях нейронных колонок по сравнению с нижними эфферентными модулями. Можно утверждать, что перечисленные типы рецепторов играют важнейшую роль в регуляции функционального состояния корковых нейронных колонок и могут представлять собой своего рода мишень для исследования фармакологических факторов влияния на процессы формирования фоновой, вызванной и пейсмекерной фоновой активности корковых структур.

*Работа выполнена при поддержке базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ (проект № 2034).*

### **THE ROLE OF GABAA, GABAB AND GABAC RECEPTORS IN FORMING OSCILLATIONS OF EVOKED POTENTIALS OF NEURONAL BARRELS OF RATS SOMATIC CORTEX**

**Matukhno A.E., Lysenko L.V., Sukhov A.G.**

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Southern Federal University», Academy of Biology and Biotechnology. DI Ivanov, Laboratory of Experimental Neurobiology, Rostov-on-Don, Russia; [mae\\_work@mail.ru](mailto:mae_work@mail.ru)

This paper presents the research of role ionotropic GABAA and GABAC receptors and metabotropic GABAB receptors in the genesis of primary (PC) and secondary (SC) components of evoked potentials (EP) individual neural barrels of rats somatosensory cortex at mechanical stimulation of corresponding whiskers.

Investigations were carried out using the technique of microelectrode recording focal background and evoked activity of the upper and lower layers of the neural barrels somatosensory cortex representing contralateral field vibrissae on the snout of the animal. To investigate the role of these receptors in the formation of various types of EP components we used the corresponding specific blockers (picrotoxin, CGP 52432 and 1,2,5,6-Tetrahydropyridin-4-yl methylphosphinic acid (TPMPA)). Antagonists were introduced into neural barrels with a

single glass microelectrode at a small hydraulic pressure. Microapplication performed near the registering microelectrodes (at a distance of up to 100 microns). The volume of administered substances does not exceed 1 mkl.

The results lead to the conclusion that, first, all three types of neuroreceptors involved in forming the primary and secondary components of the evoked potentials. Microapplication of these substances has a greater influence on SC EP in the form of oscillations. The amplitude-time parameters of the PC EP more resistant to the effects of blockers. Secondly, it was found effect of layer, in particular, GABAC receptor blocker more influence on formation EP in afferent upper modules neural barrels than the efferent lower modules. Third, we guess that the effect of specific antagonists provided the impact on extrasynaptic receptors. This assumption we made based on the features of the method used microapplication substances. We argue that these types of receptors play a critical role in the regulation of the functional state of the cortical neural barrels. They may be a target for study pharmacological agents that have an impact on the formation of the pacemaker rhythmic background and evoked activity of cortical structures.

*This work was supported by funding from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, the base part of the state assignment (grant № 2034).*

### **УЧАСТИЕ ПУРИНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ФОРМИРОВАНИИ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРНОГО И ИМУННОГО ОТВЕТОВ НА ГЛУБОКОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ**

**Мейта Е.С., Козарук В.П., Храмова Г.М., Козырева Т.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины», Новосибирск, Россия, [kmeyta@physiol.ru](mailto:kmeyta@physiol.ru)

В реакции организма на острое охлаждение участвует симпатическая нервная система. Известно, что при активации симпатических нервных окончаний наряду с норадреналином выделяется также и со-медиатор АТФ (аденозинтрифосфорная кислота). Влияние АТФ на терморегуляторные реакции и иммунный ответ может происходить через различные типы пуринорецепторов. В настоящей работе проведен анализ участия P2X-рецепторов в формировании терморегуляторных реакций и иммунного ответа у крыс при глубоком охлаждении.

Установлено, что блокада P2X-рецепторов, путем внутривенного введения антагониста PPADS – пиридоксаль-5'-фосфат-6-изофенил-2',4'-дисульфата: 1) угнетает мышечный термогенез, тогда как АТФ стимулирует этот компонент терморегуляторного ответа при последующем глубоком охлаждении; 2) блокада P2X-рецепторов стимулирует антителообразующую функцию клеток селезенки в термонеutralных условиях, действуя противоположно эффектам АТФ; 3) PPADS отменяет стимулирующий эффект АТФ на антителообразующую функцию клеток селезенки при быстром глубоком охлаждении.

Основываясь на полученных данных, можно полагать, что пуринергическая система оказывает модулирующее влияние на терморегуляторный и иммунный ответы организма при холодовом воздействии, опосредуя свое влияние через P2X-рецепторы.

### **PARTICIPATION OF PURINERGIC SYSTEM IN THE FORMATION OF THERMOREGULATORY AND IMMUNE RESPONSES TO DEEP COOLING**

**Meyta E.S., Kozaruk V.P., Khramova G.M., Kozyreva T.V.**

Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Physiology and Basic Medicine», Novosibirsk, Russia, [kmeyta@physiol.ru](mailto:kmeyta@physiol.ru)

Sympathetic nervous system is involved in the body's response to acute cooling. It is known that the activation of the sympathetic nerve endings along with noradrenaline releases also co-transmitter ATP (adenosine triphosphate). Effect of ATP on the thermoregulatory and immune responses can be realized through different types of the purinoreceptors. In the present work we have studied in rats the participation of P2X- receptors in the effects of ATP on thermoregulatory and immune parameters in thermoneutral conditions and at deep cooling.

Iontophoresis of ATP in a dose of 0.001 mg/ml in thermoneutral conditions inhibits the antibody function of the spleen cells, while the blockade of P2X-receptors by PPADS – pyridoxal 5' -phosphate -6- izofenil -2', 4' – disulphonate at a dose of 0.001 mg/ml (intraperitoneally administration) stimulates the antibody function of the spleen cells. At cooling on the background of ATP there are: 1) increase in the value of emergency phase of metabolic response; 2) considerable increase in the cold muscle thermogenesis (shivering); 3) stimulation of antibody formation. Purinergic P2X receptor antagonist PPADS inhibits muscle thermogenesis, and withdraws the stimulatory effect of ATP on antibody formation in spleen at rapid deep cooling.

Based on these findings, we can assume that the purinergic system has a modulatory effect on the thermoregulatory and immune response during cold exposure, mediating their influence on muscle thermogenesis and antibody formation through P2X-receptors.

### **ВЛИЯНИЕ МУЗЫКАЛЬНЫХ ЭМОЦИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭЭГ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ СЛОЖНОСТЬ МОЗГОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Меклер А.А., Мусс А.С., Кручинина О.В., Гальперина Е.И., Спиридонов Е.**

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

Санкт-Петербургский государственный университет

Институт эволюционной физиологии и биохимии РАН (Санкт-Петербург), [mekler@yandex.ru](mailto:mekler@yandex.ru)

Одним из направлений современных исследований музыкальных эмоций является изучение мозговых процессов при прослушивании музыкальных отрывков, вызывающих различные эмоции и чувства. Основная часть работ методически построена таким образом, что изучается связь физиологических

процессов с характером стимулов. Например, зависимость характера мозговой деятельности от жанра произведения (классика или рок-музыка). При этом значительно меньше исследований, в которых в целях стимуляции различных эмоций используются отрывки музыкальных произведений, относящиеся к одному жанру и различающиеся лишь художественным содержанием. На наш взгляд такой подход более корректен.

В рамках нашего исследования был проведён психофизиологический эксперимент, в результате которого были получены результаты, характеризующие системные информационные процессы в головном мозге человека во время протекания различных эмоций, вызванных прослушиванием музыкальных произведений. Все использованные произведения по жанровой принадлежности относились к академической музыке. Были выбраны отрывки небольшой продолжительности (примерно 1-2 минуты), стимулирующие различные эмоции. В результате экспериментального предварительного отбора были получены три группы музыкальных произведений: одна группа, стимулирующих положительные эмоции и две, стимулирующие отрицательные – стенические (напр. гнев) и астенические (напр., вина).

В эксперименте принимало участие 20 человек (12 женщин и 8 мужчин) в возрасте от 21 до 30 лет. Приглашались участвовать в эксперименте только те, у кого не было специального музыкального образования. Испытуемые на момент эксперимента не имели проблем со здоровьем. В процессе эксперимента испытуемым предъявлялись в случайном порядке указанные выше отрывки музыкальных произведений и в процессе каждого предъявления осуществлялась запись электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Глаза испытуемых при этом были открыты. Кроме того, делалась запись фоновой ЭЭГ с открытыми глазами, которая использовалась в качестве референтного состояния.

После предварительной обработки для всех записей ЭЭГ, для каждого канала, были вычислены следующие величины, характеризующие системные информационные процессы:

- корреляционная размерность восстановленного аттрактора ЭЭГ ( $D_2$ )
- фрактальная размерность кривой ЭЭГ ( $D_0$ )
- сложность Лемпеля-Зива (Lempel-Ziv Complexity, LZC)
- информационная энтропия Шеннона (SHE)

На основании проведённого анализа можно сделать следующие выводы.

Как и следовало ожидать, наиболее сильный эффект вызван прослушиванием любой музыки по сравнению с фоновой ЭЭГ. Здесь наблюдается уменьшение в тех или иных отведениях всех показателей сложности мозговой деятельности. Показатели сложности ЭЭГ при прослушивании музыки, вызывающей положительные эмоции, оказались несколько выше, относительно «стенических» отрицательных эмоций. «Стенические» отрицательные эмоции показали меньшую «сложность» системных мозговых процессов по сравнению с «астеническими» отрицательными. С нашей точки зрения это обусловлено тем, что первые отличаются от вторых тем, что музыкальные произведения, их вызывающие, характеризуются более выраженным ритмом. Таким образом, музыкальный ритм помимо стимулируемых эмоций является ещё одним фактором, оказывающим влияние на показатели сложности ЭЭГ. «Астенические» отрицательные отрывки не отличаются от «положительных». В первом случае ритм является фактором, играющим на увеличение показателей «сложности» по сравнению со вторым случаем, а знак эмоции, наоборот, на уменьшение. *Работа поддержана грантом РГНФ № 14-06-00925*

#### **THE MUSICAL EMOTIONS IMPACT ON EXPONENTS OF BRAIN FUNCTIONING COMPLEXITY**

**Mekler A.A., Muss A.S., Kruchinina O.V., Galperina E.I., Spiridonov E.**

Saint-Petersburg State Medical Paediatric University

Saint-Petersburg State University

The Institute of Evolutional Biology and Biochemistry

#### **ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРА ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА СИСТЕМНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЭГ**

**Меклер А.А., Мусс А.С., Кручинина О.В., Гальперина Е.И., Горбунов И.А.**

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

Санкт-Петербургский государственный университет

Институт эволюционной физиологии и биохимии РАН (Санкт-Петербург), mekler@yandex.ru

В нашем исследовании были проведены два независимых идентичных психофизиологических эксперимента – регистрировалась электроэнцефалограмма во время просмотра испытуемым видеорядов, стимулирующих положительные и отрицательные эмоции, относящиеся к верхним (этические) и нижним (витальные) уровням психики. В одном эксперименте приняло участие 30 человек, в другом – 39. Зарегистрированные сигналы электроэнцефалограммы сначала были подвергнуты предварительной обработке (преобразование формата, фильтрация, передискретизация) и очищены от видимых артефактов. После этого полученные сигналы подвергнуты разложению на эмпирические моды (Empirical Mode Decomposition, EMD) и из полученных мод были синтезированы новые временные ряды. Было синтезировано 2 вида временных рядов – содержащие только первую и вторую моды и состоящие из всех мод кроме первой, последней и остатка. Далее были вычислены величины, характеризующие системную и информационную сложности сигналов: корреляционная размерность восстановленного аттрактора ЭЭГ ( $D_2$ ), фрактальная размерность кривой ЭЭГ ( $D_0$ ), сложность Лемпеля-Зива (LZC) и энтропия Шеннона (SE).

Для всех зарегистрированных ЭЭГ и полученных комбинаций мод были вычислены указанные величины для каждого отведения. При помощи дисперсионного анализа ANOVA были определены отведения, в которых имеются значимые различия между состояниями. Это было сделано для каждой выборки в отдельности. Таким образом, была проверена воспроизводимость полученных результатов. Результаты дисперсионного анализа показали, что наибольшие различия имеются между состояниями покоя с открытыми глазами и переживанием эмоций любой группы. Изменения величин, характеризующих

сложность сигнала ЭЭГ при переходе от одного эмоционального состояния к другому, проявились в меньшей степени, однако общая картина такова, что можно говорить об усложнении мозговых процессов при переживании положительных эмоций по сравнению с отрицательными и находящимися на верхних уровнях иерархии психики по сравнению с нижними. *Работа поддержана грантом РФФИ № 14-06-00248*

#### TIMPACT OF EMOTIONAL PROCESSES SPECIFICS ON SYSTEMIC AND INFORMATIONAL CHARACTERISTICS OF EEG

**Mekler A.A., Muss A.S., Kruchinina O.V., Galperina E.I., Gorbunov I.A.**  
Saint-Petersburg State Medical Paediatric University; Saint-Petersburg State University  
The Institute of Evolutional Biology and Biochemistry; Russia

#### ЛОКАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОНОВ СПИННОГО МОЗГА КОШКИ, АКТИВИРУЮЩИХСЯ ПРИ ВЫЗВАННОЙ ЛОКОМОЦИИ

**Меркульева Н.С.<sup>1,2</sup>, Вещицкий А.А.<sup>2</sup>, Герасименко Ю.П.<sup>2</sup>, Мусиенко П.Е.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Институт трансляционной биомедицины СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup>Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, [mer-natalia@yandex.ru](mailto:mer-natalia@yandex.ru)

Локомоторную активность можно вызвать, активируя специфические спинальные нейронные сети стимуляцией мезенцефалической локомоторной зоны или сенсорной стимуляцией [Carr et al., 1995; Noga et al., 1996]. Для описания структуры спинальных сетей, активирующихся при прямой стимуляции спинного мозга, мы исследовали паттерн распределения ядер, иммунопозитивных к продукту раннего гена *c-fos*, в пластинках серого вещества люмбосакрального отдела спинного мозга кошек, децеребрированных на преколликкулярном-постмамиллярном уровне. Вызов локомоции вперед по тредбану осуществляли электрической эпидуральной стимуляцией дорзальной поверхности спинного мозга общей длительностью 1,5-2,0 ч. Выявление продукта гена *c-fos* проводили на поперечных срезах спинного мозга (по 5 срезов на сегмент) у 4-х животных. Основное количество иммунопозитивных ядер выявлено в пластинках II-III (20-30%), IV-VI (21-38%) и VII-VIII (34-41%); в пластинках IX и X число ядер не превышает 3% от общего мечения. Вне зависимости от места приложения эпидурального электрода (сегменты L5-L7), на срезах спинного мозга можно было выделить 3 основные области локализации меченых ядер: 1) латеральные области дорзальных рогов (сегменты L1-L7); 2) область на границе пластин V(VI)/VII (сегменты L4-S2); 3) медиальная область вентральных рогов (сегменты L1-L5). Выявленный паттерн распределения *c-fos* позитивных ядер в значительной степени сходен с таковым при локомоторной активности, вызванной стимуляцией мезенцефалической локомоторной области [Dai et al., 2005; Noga et al., 1996], что может свидетельствовать о существовании общей сети нейронов, активирующихся при локомоции, вызванной стимуляцией ствола и спинного мозга. Отчётливые группы иммунопозитивных нейронов также выявляются в интермедиолатеральном ядре (сегменты L1-L4) и в областях сакрального отдела, предположительно связанных с функцией мочевого пузыря – на дорзальной границе серого вещества и в вентролатеральной области.

*Исследование выполнено с использованием оборудования ресурсного центра "Развитие молекулярных и клеточных технологий" Научного парка СПбГУ. Работа поддержана грантами РФФИ №14-15-00788 (оплата работы Вещицкого В.В.) и РФФИ №16-04-01791-а.*

#### LOCALIZATION OF SPINAL CORD NEURONES ACTIVATED UNDER INDUCED LOCOMOTION

**Merkulyeva N.<sup>1,2</sup>, Veshchitskii A.<sup>2</sup>, Gerasimenko Y.P.<sup>2</sup>, Musienko P.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Translational Biomedicine, State University, Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Pavlov Institute of Physiology RAS, Saint-Petersburg, Russia, [mer-natalia@yandex.ru](mailto:mer-natalia@yandex.ru)

Locomotor activity can be elicited by activation of specific spinal neuronal networks under mesencephalic locomotion region stimulation or sensory stimulation [Carr et al., 1995; Noga et al., 1996]. To describe the spinal neurons activated under direct spinal cord stimulation, *c-fos*-immunopositive neurons were revealed in spinal cord gray matter laminae of cat's decerebrated at precollicular-postmamillar level. Forward locomotion was induced by epidural spinal cord stimulation during 1.5-2.0 hrs. *C-fos* immunopositive nuclei were revealed at spinal cord frontal sections (5 sections per segment). Most immunopositive nuclei were obtained in laminae II-III (20-30%), IV-VI (21-38%) and VII-VIII (34-41%); in laminae IX and X only minimal nuclei number were obtained (less 3%). Regardless of stimulation segment (L5-L7), 3 regions contained labelled nuclei were visualized at spinal cord sections: 1) dorsal horns lateral area (in segments L1-L7); 2) laminae V(VI) and VII boundary (in segments L4-S2); 3) medial area of ventral horns (segments L1-L5). *C-fos*-nuclei pattern is very similar to ones obtained after electrical stimulation of mesencephalic locomotion area or under sensory stimulation [Dai et al., 2005; Noga et al., 1996]; we believed that it reflects a similarity in spinal networks activated under locomotion induced by spinal cord stimulation, brainstem or sensory stimulation. Clearly visible groups of labelled nuclei also were revealed in intermedialateral nucleus (segments L1-L4) and in sacral segments areas presumably linked with bladder function.

*Research was supported by Center for Molecular and Cell Technologies, Research park, St.Petersburg State University. This study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR grant №16-04-01791-a); partial support for the data analysis was provided to Veshchitskii A. from the Russian Science Foundation (RSF grant №14-15-00788).*

## **ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ У МАЛОЛЕТНИХ КРЫС ПРИ ГИПОКСИИ РАЗЛИЧНОЙ ТЯЖЕСТИ**

**Мехбалиева Е.Дж.**

Азербайджанский Государственный Педагогический Университет, Баку, Азербайджан,  
mehbaliyeva 79 @mail.ru

Проблема гипоксии фундаментально изучается и широко обсуждается с самых разных позиций: в методологическом, методическом, экспериментальном, клиническом и теоретическом аспектах. К настоящему времени сформировались более или менее четкие научные представления, согласно которым гипоксия, и особенно её тяжелые формы, затрагивают очень многие молекулярный, клеточные, метаболические, биохимико-физиологические и тонкие структурные стороны организма животного и человека. Постгипоксические эффекты, в основном отрицательного знака, были обнаружены, начиная от уровня генной экспрессии и кончая поведенческими реакциями, причем ряд ранних и поздние эффектов часто приобретает со временем патологический характер. В решении данной проблемы особо важное значение имеет, по нашему представлению, исследование влияния гипоксии на организм в период позднего пренатального и раннего постнатального развития. Такие исследования более ценны, если они проводятся на системном уровне и с выходом на поведенческие стороны жизнедеятельности организма.

В контексте вышеизложенного, мы решили изучить двигательную активность у крысят 2- и 3-месячного возраста или в средней и последней стадиях полового созревания, после острой экспериментальной гипоксии, созданной 20-ти минутным содержанием их в малообъемной барокамере со смесью газов азота (N<sub>2</sub>) и кислорода (O<sub>2</sub>) в соотношении, либо 70:30, либо 85:15 процентов соответственно. В качестве двигательной активности изучали плавания экспериментальных животных в полунагруженной водой ванне. Наблюдения проводились на 1, 3 и 5-й час после гипоксии. Учитывали время активного плавания каждого животного и пассивного нахождения его на поверхности воды.

Полученные данные показали, что при относительно умеренной острой гипоксии (70% N<sub>2</sub> : 30% O<sub>2</sub>) время продолжительности плавания у крысят обоого возраста колебалась в пределах нормативных величин, а при острой гипоксии в более тяжелой форме (85% N<sub>2</sub> : 15% O<sub>2</sub>) в активном плавании долго смогли находиться 3-х месячные крысята, а 2-х месячные при этом большей части времени находились в воде пассивно, в заметно уставшем виде. Сделан вывод, что двигательная активность у гипоксированного животного в определенной степени зависит от его возраста, уровня совершенства его двигательных навыков и степени гипоксической нагрузки.

## **MOTION ACTIVITY IN JUVENILE RATS AT HYPOXIA OF DIFFERENT SEVERITY**

**Mehbaliyeva E.J.**

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan, e-mail: mehbaliyeva 79 @mail.ru

The problem of hypoxia is studied fundamentally and discussed widely from very different positions: in the methodological, methodical, experimental, clinical and theoretical aspects. Currently, the more or less clear scientific understandings have formed; according to them the hypoxia and especially its severe forms affect very many molecular, cellular, metabolic, biochemical, physiological and structural aspects of the body of human and animal. The post-hypoxic effects, mainly negative, were detected, from the level of genetic expression to the behavioral reactions; herewith a number of early and late effects acquire often the pathological nature in the course of time. We suppose that studying the impact of hypoxia on body during the late prenatal and early postnatal development is very important in the solving of this problem. Such studies are more valuable if they are conducted at the systemic level and involve the behavioral aspects of the vital activity of body.

With reference to foregoing, we decided to study the motion activity of infant rats in the age of 2 and 3 months or at the medium and last stages of sexual maturation after the acute experimental hypoxia created by keeping them for 20 minutes in the small-volume compression chamber with the mixture of gaseous nitrogen (N<sub>2</sub>) and oxygen (O<sub>2</sub>) in the relation of 70:30 or 85:15 percent respectively. The swimming of experimental animals in the bath semi-loaded with water was studied as the motion activity. The observations were carried out 1, 3 and 5 hours after hypoxia. The time of active swimming for each animal and time of its passive staying on the surface of water was taken into account.

The obtained data demonstrated that at the relatively moderate acute hypoxia (70% N<sub>2</sub> : 30% O<sub>2</sub>) the duration of swimming for the infant rats of both ages fluctuated within the normative values, and at acute hypoxia in more severe form (85% N<sub>2</sub> : 15% O<sub>2</sub>) only the infant rats in the age of 3 months could swim actively for a long time, and the infant rats in the age of 2 months most of time stayed passively in water and looked considerably tired. It was concluded that the motion activity of animal exposed to hypoxia to a certain extent depends on its age, level of the excellence of its motion skills and the level of hypoxic load.

## **ЭФФЕКТ ФЕНОЗАНА К НА УРОВЕНЬ АНТИАПОПТОЗНОГО БЕЛКА BCL-2. УРОВЕНЬ АНТИАПОПТОЗНЫХ БЕЛКОВ У КУРИЛЬЩИКОВ**

**Миль Е.М.<sup>1</sup>, Албантова А.А.<sup>1</sup>, Бинюков В.И.<sup>1</sup>, Наглер Л.Г.<sup>1</sup>, Козаченко А.И.<sup>1</sup>**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики РАН, Москва, Россия; Телефон: 137-41-0, elenamil2004@mail.ru

Синтезированный в ИБХФ РАН антиоксидант фенозан К обладает широким спектром действия. Препарат вызывает многочисленные положительные эффекты – антимикробное, противоожоговое и радиопротекторное действие, а также предотвращение возникновения инфарктов и инсультов. Сверхмалые дозы фенозана К показали высокую эффективность при гипоксических поражениях мозга, АО также нашел свое применение в медицине как эффективное противозипелитическое средство. В работе было обнаружено, что фенозан К в сверхмалой и в терапевтической концентрации 10<sup>-14</sup> М и 10<sup>-4</sup> М вызывает увеличение уровня содержания регуляторных белков: антиапоптозного белка Bcl-2 и основного белка

регулятора апоптоза p53, в сыворотке крови и в селезенке мышей АКЭ. Одновременное увеличение уровня этих белков может свидетельствовать о преобладании процессов репарации над процессами апоптоза. Следует отметить, что некоторые теафлавины инициировали повышение экспрессии белка-регулятора p53 и белков апоптоза BAX, а другие приводили к снижению экспрессии Bcl-XL, и Bcl-2, но не вызывали повышение содержания Bcl-2. По-видимому, положительное воздействие фенозана К в малых и терапевтических дозах на организм, обусловлено его влиянием на процессы репарации и апоптоза. При этом, как показано ранее в ряде работ фенозан снижает интенсивность окислительных процессов в липидах после облучения и уменьшает изменения в структуре ДНК, а введение  $10^{-14}$  моль/кг фенозана приводило к существенному увеличению продолжительности жизни мышей лейкозной линии АКР (асцитная карцинома Эрлиха).

Можно было предположить, что у курильщиков будет наблюдаться более высокий уровень антиапоптотического белка Bcl-2, ответственного также за выживаемость гемопоэтических клеток, что сможет препятствовать озлокачествлению клеток, соприкасающихся с сигаретным дымом. В нашей работе было показано, что у пациентов с онкологическими заболеваниями, связанными с курением, уровень белка p53 имел высокую вариабельность, был существенно выше, чем у здоровых доноров, и более чем в 3 раза ( $p = 0,0002$ ) превышал уровень p53 в группе здоровых. Однако, уровень Bcl-2, у онкологических больных не отличался от уровня Bcl-2 в группах здоровых доноров (некурящих и слабо курящих). С другой стороны, у ряда сильно курящих здоровых пациентов уровень белка Bcl-2 был существенно увеличен по сравнению с малокурящими и некурящими пациентами. Повышение уровня белка Bcl-2, регулятора апоптоза митохондрий, вероятно, связано с его ролью как антиоксиданта и противовоспалительного белка, и обусловлено особенностями генотипа этих пациентов.

### **PHENOZAN EFFECT ON THE LEVEL OF THE ANTIAPOPTOTIC BCL-2. THE LEVEL OF ANTI-APOPTOTIC PROTEINS IN SMOKERS**

**Mil E.M., Albantova A.A., Binyukov V.I., Nagler L.G., Kozachenko A.I.**

Federal State Institute of Science Institute of Biochemical Physics RAS, Moscow, Russia; [elenamil2004@mail.ru](mailto:elenamil2004@mail.ru)

The synthesized in the Institute of Bioorganic Chemistry antioxidant phenozan has a broad spectrum drug causes numerous positive effects – anti-microbial, anti-burns, radioprotective, as well as preventing the occurrence of heart attacks and strokes. Extremely small doses of phenazon K showed high efficacy in hypoxic brain lesions, AO also found its application in medicine as an effective antiepileptics drugs.

In operation it has been found that phenozan in low and therapeutic concentrations of  $10^{-14}$  M and  $10^{-4}$  M causes an increase in the levels of regulatory proteins: the antiapoptotic protein Bcl-2 and the main controller of apoptosis p53 protein in the serum and spleen of mice AKR. The simultaneous increase in the levels of these proteins may indicate a predominance of the processes of repair of apoptotic processes. It should be noted that some of theaflavins initiated increased expression of p53 protein and apoptosis regulator proteins BAX while others lead to decrease expression of Bcl-XL, and Bcl-2, but did not cause elevated levels of Bcl-2. Apparently, the positive effect phenozan K in small and therapeutic dose on the body, due to its effect on apoptosis and repair processes.

Actually, as previously shown in several studies phenozan reduces the intensity of oxidative processes in lipids and decreases the change in the structure of DNA after irradiation, and the introduction of  $10^{-14}$  mol/kg phenozan led to a significant increase in life span of mice leukemic AKR line (ascites Ehrlich carcinoma). It could be assumed that in smokers will observed a higher level of protein bcl-2, which the prevented apoptosis, and is responsible for the survival of hematopoietic cells and will prevent the malignancy of cells under the influence of cigarette smoke.

In our work it was shown that patients with cancer associated with smoking, the level of p53 protein and have a high variability and this level was more than 3-fold ( $p = 0.0002$ ) higher than in healthy donors. However, the level of bcl-2 in cancer patients did not differ from the bcl-2 levels in healthy donors (non-smoking and slightly smoking). On the other hand, in a number of heavy smokers but healthy patients, the level of protein bcl-2 was significantly increased compared with nonsmokers and slightly smoking of patients.

Increased levels of protein bcl-2, a regulator of mitochondrial apoptosis, probably take place due to its role as an antioxidant and anti-inflammatory protein, and due to the peculiarities of the genotype of the patients.

### **МЕХАНИЗМ ВЫХОДА ИОНОВ ПРИ $Sr^{2+}(Ca^{2+})$ -ЗАВИСИМЫХ ОСЦИЛЛЯЦИЯХ ИОННЫХ ПОТОКОВ В МИТОХОНДРИЯХ И СВЯЗЬ ЭТИХ ОСЦИЛЛЯЦИЙ С КАЛЬЦИЕВОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ КЛЕТОК**

**Миронова Г.Д., Белослудцева Н.В.**

ФГБУН Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук, Пущино,  
Московская область, Россия; [mironova40@mail.ru](mailto:mironova40@mail.ru)

В настоящее время накоплены многочисленные данные, свидетельствующие об участии митохондрий в регуляции внутриклеточной динамики свободных ионов  $Ca^{2+}$ , включая генерацию, распространение и синхронизацию  $Ca^{2+}$  волн в цитоплазме. Установлено, что в изолированных митохондриях импульсная добавка  $Ca^{2+}(Sr^{2+})$  запускает сложные колебательные динамические режимы транспорта ионов.

В настоящей работе экспериментально подобраны условия, которые позволяют получать длительные (30 минут и более) колебания ионных потоков и других функциональных параметров митохондрий. Необходимым условием для возникновения колебаний являлось наличие в среде небольшого количества калиевого ионофора валиномицина. Показано, что "импульсное" добавление  $Sr^{2+}$  в присутствии валиномицина к суспензии митохондрий печени и сердца крысы вызывает длительные синхронные колебания мембранного потенциала, потоков ионов  $Sr^{2+}$  и  $K^+$  через мембрану, а также периодическое изменение скорости митохондриального дыхания в состоянии  $V_2$  и объема митохондриального матрикса. Установлено, что преинкубация митохондрий печени крысы с ингибиторами фосфолипазы  $A_2$  разных

классов предотвращает вторую и последующие волны спонтанных колебаний мембранного потенциала и ионных потоков через внутреннюю митохондриальную мембрану. Показано, что добавление ингибитора системы АТФ-зависимого транспорта  $K^+$  – глибенкламида, также предупреждает возникновение осцилляций ионных потоков в митохондриях печени крысы.

Мы предполагаем, что в основе  $Sr^{2+}/Ca^{2+}$ - индуцированного выхода ионов из митохондрий лежит образование в митохондриальной мембране короткоживущей пальмитат-индуцированной липидной поры, работающей в режиме низкой проводимости. Как было показано ранее (Holmuhamedov et al., 1995), процесс  $Ca^{2+}$ -индуцированного выброса  $Ca^{2+}$  (CaV) и митохондриальная деполяризация (МД) могут распространяться от одной митохондрии к другой *in vitro*. Таким образом, митохондрии можно отнести к возбудимым органеллам, способным генерировать передачу электрических и  $Ca^{2+}$  сигналов. В живых клетках, явления МД и CaV могут возникать при  $IP_3$ -индуцированной кальциевой сигнализации и приводить к усилению внутриклеточного  $Ca^{2+}$  сигнала, приходящего от эндоплазматического ретикулума.

*Работа поддержана грантами Правительства РФ (№ 14.Z50.31.0028), РНФ (№16-15-00157) и РФФИ (16-04-00692).*

### **THE MECHANISM OF ION EFFLUX UNDER $Sr^{2+}(Ca^{2+})$ -INDUCED OSCILLATIONS OF ION FLUXES IN MITOCHONDRIA. THE CORRELATION OF THE OSCILLATIONS WITH $Ca^{2+}$ SIGNALING IN CELL**

**Mironova G.D., Belosludtseva N.V.**

Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow region, Russia; [mironova40@mail.ru](mailto:mironova40@mail.ru).

At the present, there is a substantial body of evidence pointing to the participation of mitochondria in the regulation of intracellular dynamics of free  $Ca^{2+}$  ions, including generation, distribution and synchronization of  $Ca^{2+}$  waves in the cytoplasm. It has been found that in isolated mitochondria, pulse addition of  $Ca^{2+}$  ( $Sr^{2+}$ ) can trigger composite oscillatory dynamic regimes of ion transport.

In this work, the long-term (30 minutes or more) fluctuations in ion fluxes and other functional parameters of mitochondria have been experimentally obtained. A necessary condition for the occurrence of the oscillations is the presence of a small amount of potassium ionophore valinomycin in experimental medium. It is shown that the "pulse" addition of  $Sr^{2+}$  in the presence of valinomycin to the suspension of rat liver and heart mitochondria causes prolonged synchronous oscillations of membrane potential,  $Sr^{2+}$  ions and  $K^+$  flows through the mitochondrial membrane, as well as a periodic changes of mitochondrial respiration rate ( $V_2$  state) and the volume of the mitochondrial matrix. It has been established that pre-incubation of rat liver mitochondria with inhibitors of phospholipase A2 of different classes prevents the second and the subsequent waves of spontaneous oscillations of the membrane potential and ion fluxes across the inner mitochondrial membrane. It is found that the addition of an inhibitor of ATP-dependent potassium transport system – glibenclamide, also prevents the occurrence of oscillations of the ion fluxes in rat liver mitochondria.

We believe that  $Sr^{2+}/Ca^{2+}$ - induced release of ions from the mitochondria is based on transitory opening of palmitate-induced lipid pore operating in a low conductance mode. As shown previously (Holmuhamedov et al., 1995), the process of  $Ca^{2+}$ -induced release of  $Ca^{2+}$  (mCICR) and mitochondrial depolarization (MD) can propagate from one mitochondrion to another in mitochondrial suspension *in vitro*. Mitochondria thus appear to be excitable organelles capable of generating and conveying electrical and  $Ca^{2+}$  signals. In living cells, MD/mCICR is triggered during  $IP_3$ -induced  $Ca^{2+}$  mobilization and results in the amplification of the  $Ca^{2+}$  signals primarily emitted from the endoplasmic reticulum.

*This work was supported by grants from the Government of the Russian Federation (№14.Z50.31.0028), RNF (№16-15-00157) and RFBR (№16-04-00692).*

### **ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ, РАЗРАБОТАННЫХ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЕ КООРДИНАЦИОННОЙ ПСИХОЛОГИИ РАЗВИТИЯ МИРОШНИК, ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РФ**

**Мирошник И.М.<sup>1</sup>, Гаврилин Е.В.<sup>1</sup>, Каладзе Н.Н.<sup>2</sup>, Креслов А.И.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>НПЦ модернизации психологической помощи по системе И.М.Мирошник, Москва, РФ, [psyhelp-777@mail.ru](mailto:psyhelp-777@mail.ru);

<sup>2</sup>Медицинская академия им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь, РФ, [evpediatr@rambler.ru](mailto:evpediatr@rambler.ru); <sup>3</sup>Федеральное Государственное бюджетное учреждение Республики Крым «Санаторий им. Н.К. Крупской для детей и детей с родителями», Евпатория, РФ, [kрупskoy2015@mail.ru](mailto:kрупskoy2015@mail.ru)

Решение задачи формирования и поддержания психического здоровья населения РФ в современных условиях развязанной против России психо-информационной войны, основанной на принципах глобальной субординации и дискоординации общественного сознания, возможно замещением импортированной зарубежной психологии инновационными методами и технологиями, разработанными в отечественной научной школе координационной психологии, которая изучает законы возникновения, функционирования и развития психики как процесса и результата эволюции форм и способов селективной динамической координации на природном, социальном и духовном онтологических уровнях. Методологическим фундаментом координационной психологии являются разработанные на основе метода координации комплементарных противоположностей и экспериментальных исследований (И.М.Мирошник, 1983-1990 г.г.): Координационная парадигма развития (КПР); координационная теория деятельности и развития мозга, психики, личности; Система психологической координации (СПК) с мотивационным эффектом обратной связи и др. Основанная И.М.Мирошник научная школа координационной психологии развития опирается на традиции, заложенные в трудах выдающихся российских ученых: И.М.Сеченова, И.П.Павлова, Л.С.Выготского, С.Л. Рубинштейна, А.Н.Леонтьева, Д.И.Фельдштейна и др. Рекомендую методы и технологии координационной психологии развития к широкому внедрению в РФ, академик Д.И.Фельдштейн отмечал: «Сегодня имеется большой опыт эффективного применения инновационной психологической

помощи по Системе психологической координации И.М.Мирошник для медико-психологической реабилитации в санаторно-курортных условиях специалистов МЧС, взрослых и детей, пострадавших в терактах, техногенных и антропогенных катастрофах, для организации психологической помощи детям с особыми потребностями развития (ограниченными возможностями), семейного консультирования и др.". Многолетними исследованиями (1992-2015) доказано, что применение инновационных методов и технологий, разработанных в научной школе координационной психологии развития (компьютеризированная система "Тоника", ЛОК-терапия, кросс-модальная терапия и др.) на 25-30% повышает эффективность медико-психологической реабилитации и оздоровления населения различных нозологических и возрастных групп.

### **THE APPLICATION OF INNOVATIVE METHODS AND TECHNOLOGIES CREATED IN THE MIROSHNIK'S NATIONAL SCIENTIFIC SCHOOL OF THE COORDINATIONAL PSYCHOLOGY OF DEVELOPMENT TO BUILD AND MAINTAIN MENTAL HEALTH OF THE RUSSIA POPULATIONS**

**Miroshnik I.M.<sup>1</sup>, Gavrilin E.V.<sup>1</sup>, Kaladze N.N.<sup>2</sup>, Kreslov A.I.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Scientific Practical Center for Modernization of Psychological Help by Irina M.Miroshnik's System, Moscow, Russian Federation, [psyhelp-777@mail.ru](mailto:psyhelp-777@mail.ru); <sup>2</sup>S.Georgiyevsky Medical Academy, «Vernadsky Crimean Federal University», Simferopol, Russian Federation, [evpediatr@rambler.ru](mailto:evpediatr@rambler.ru); <sup>3</sup>State Organization of the Republic of Crimea "Sanatorium name N.K. Krupskaya for children and their parents", Yevpatoria, Russian Federation, [krupskoy2015@mail.ru](mailto:krupskoy2015@mail.ru)

Solution of the problem of forming and maintaining the mental health of the population of Russia in modern conditions of unleashed against Russia psycho-information warfare, based on the principles of a global subordination and discoordination of the public consciousness, may possibly by substitution imported foreign psychology the innovative methods and technologies created in a domestic science school of Coordinational psychology, that studies the laws of the emergence, functioning and development of the psyche as a process and the result of the evolution of forms and ways of selective dynamic coordination on natural, social and spiritual ontological levels. The methodological basis of the Coordinational psychology are created by I.M.Miroshnik: the method of coordination of complementary opposites and experimental research (I.M.Miroshnik, 1983-1990 years), Coordinational paradigm of development (CPD); Coordinational theory of activity and development of the brain, the psyche, the personality; the System of psychological coordination with motivational feedback effect, and others. Founded I.M.Miroshnik scientific school of Coordination psychology of development is based on the traditions inherent in the works of famous Russian scientists: I.M.Sechenov, Ivan Pavlov, L.S.Vygotsky, S.L. Rubinstein, A.N.Leontiev, D.I.Feldstein and others. Recommending technologies and methods of the coordinational psychology of development to a wide implementation to the Russian Federation, Academician D.I.Feldstein wrote: "Today there is a lot of experience of effective application of innovative psychological help on the System of psychological coordination by Irina M.Miroshnik, for medical and psychological rehabilitation ...". By years of research (1992-2015) Coordinational psychology (computerized system "Tonic", POC-therapy, cross-modal therapy and others), by 25-30% increases the effectiveness of medical and psychological rehabilitation and improvement of the population of different age and nosology groups.

### **РАЗВИТИЕ СЕЛЕКТИВНЫХ КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ МОЗГА И НЕЙРОПЛАСТИЧНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИНЕСТЕТИЧЕСКИХ КРОСС-ТЕХНОЛОГИЙ КООРДИНАЦИОННОЙ ПСИХОЛОГИИ И МУЗЫКО-ЦВЕТО-АРОМАТЕРАПИИ** **Мирошник И.М.**

НПЦ модернизации психологической помощи по системе И.М.Мирошник, Москва, РФ, [psyhelp-777@mail.ru](mailto:psyhelp-777@mail.ru)

В наших работах показано, что в философии и психологии «координация» ранее не рассматривалась как общенаучная категория и фактор развития, а «субординация» — как фактор устойчивости. В отличие от диалектики с новых теоретических позиций движущей силой развития является единство и координация комплементарных противоположностей на природном, социальном и духовном онтологических уровнях. Качественно новое понимание координации как принципа развития определило формирование кросс-дисциплинарного направления науки – координационной психологии, основанной на координационной парадигме развития (КПР). Традиционно в нейронауках эволюция нервной системы определялась доминирующей ролью субординационных связей. С позиций КПР отражательная, рефлексорная деятельность мозга впервые рассматривается как процесс и результат эволюции форм и способов селективной динамической координации и самокоординации. В координационной психологии и психофизиологии по сути речь идет о селективных координационных основах психических процессов, координационных законах селективной работы коры больших полушарий головного мозга. Ассоциативные механизмы деятельности мозга, психики рассматриваются с позиций КПР как координационные, во многом определяющие уровень развития аналитико-синтетических способностей мозга и способности формирования сложных поведенческих программ. В рамках координационной психологии развития впервые сформулировано и доказано принципиально новое положение о том, что сам процесс селективной динамической координации комплементарных явлений, (например, музыка-цвет, внешнее-внутреннее), их координирующего антипараллельного взаимодействия по закону хиазмы и ее обращения создает новые нейродинамические координационные связи и новые комплексные координационные соединения, обладает мощным терапевтическим и развивающим эффектами. На основе КПР разработана *координационная теория музыкального интонирования*, развивающая теорию интонации Б.В.Асафьева и реализованная в системе исполнительской интерпретации музыки. Речевое и музыкальное интонирование с новых теоретических позиций рассматривается как кросс-модальная координационная способность субъекта. Наша многолетняя практика показала, что *координирующее интонирование* в процессе музыкально-перцептивной деятельности является эмоциогенным, развивает селективные координационные



способности мозга и стимулирует нейропластичность, а также обладает гедонистическим и терапевтическим эффектами. Эти эффекты значительно усиливаются при сочетанном применении синестетических кросс-технологий музыка-цвето-ароматерапии и перекрестно-обращенной координации образных и вербальных систем в эмоционально-когнитивной деятельности. Восстановление и развитие психофизических, социальных и духовных координационных способностей с помощью инновационных кросс-технологий улучшает координацию полушарий головного мозга, повышает пластичность ВНД, раскрывает компенсаторный потенциал мозга, психики, личности и обладает оздоровительным, развивающим и пролонгированным терапевтическим эффектами, например, у взрослых пациентов с невротическими и психосоматическими расстройствами, у детей с аутизмом, ДЦП, ЗПР, деменцией, фобиями, СДВ и др., что доказано многолетним опытом работы кабинетов психологической помощи в санаториях.

### **THE DEVELOPMENT OF SELECTIVE COORDINATIONAL ABILITIES OF THE BRAIN AND THE NEUROPLASTICITY WITH USING SYNAESTHETIC CROSS-TECHNOLOGY OF THE COORDINATIONAL PSYCHOLOGY AND THE MUSIC-COLOR-AROMATHERAPY**

**Miroshnik I.M.**

Scientific Practical Center for Modernization of Psychological Help by Irina M.Miroshnik's System, Moscow, Russian Federation, [psyhelp-777@mail.ru](mailto:psyhelp-777@mail.ru)

In the framework of the Coordinational psychology of development first formulated and proved fundamentally new position that the process of selective dynamic coordination of complementary phenomenas (eg, music- color, external-internal) and their coordinating antiparallel interactions by law of chiasm and its conversion creates new neurodynamic coordinational communication and new complex coordinational compounds, have powerful therapeutic and developmental effects. The Coordinational theory of musical intoning by I.Miroshnik, developing the theory of intonation by B.Asafev and realized in the System of performing interpretation of music. From new theoretical positions, verbal and musical intoning is considered as the cross-modal coordinational ability of the subject. Long-term experience has shown that coordinating intoning in the process of musical- perceptual activity is emotogenic, develops selective coordinational ability of the brain, stimulates neuroplasticity, and also has a hedonistic and therapeutic effects. These effects are greatly amplified when combined use synaesthetic cross-technology of the Music-color-aromatherapy and the Cross-conversional coordination of imaginative and verbal systems in an emotionally-cognitive activity. Rehabilitation and development of psycho-physical, social and spiritual coordinational abilities with innovative cross-technology improves the coordination of of the brain hemispheres, increases the plasticity of HNA, disclose the compensatory potential of the brain, the psyche, personality, has healing, developing and prolonged therapeutic effects, for example, for adults patients with mental and psychosomatic disorders, for children with autism, ICP, mental retardation, dementia, phobias, attention deficit syndrome, and others, which has been proved long-term experience in the offices of the psychological help.

### **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА БИОАКУСТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ РИЗИДУАЛЬНО-ОРГАНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ЦНС У ДЕТЕЙ 3 - 7 ЛЕТ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХОРЕЧЕВОГО РАЗВИТИЯ**

**Мирошников Д.Б.<sup>1</sup>, Константинов К.В.<sup>1</sup>, Белозерова Ю.Б.<sup>2</sup>, Колчева Ю.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки « Институт мозга человека РАН », Санкт-Петербург, Россия; <sup>3</sup>Научно-исследовательское объединение « Клиника биоакустической коррекции », Санкт-Петербург,Россия; [dbmirl@yandex.ru](mailto:dbmirl@yandex.ru)

В последние 15 лет наблюдается объективный рост числа детей с нарушениями психического и речевого развития церебрально-органического генеза. Среди неинвазивных методов ускорения развития центральной нервной системы (ЦНС) наиболее известен метод транскраниальной микрополяризации (ТКМП), который представляет способ направленного воздействия постоянным током малой интенсивности через экстракраниальные электроды с целью долговременного полярно-зависимого изменения в возбудимости нервной ткани как определенных корковых зон, так и связанными с ними регуляторных подкорковых структур. Успешное применение данного метода в первую очередь у детей с задержкой психоречевого развития не снимает проблему индивидуальной реактивности нервной системы пациентов с эпилептичностью, а также с повышенной моторной и психоэмоциональной расторможенностью в ответ на существующие различные схемы воздействия. Следствием чего является заметное ограничение применения ТКМП связанное с достаточно долгим ожиданием нормализации перевозбужденной ЦНС. За последние 5 лет не менее успешные клинические результаты по терапии данной патологии получены при использовании набирающего известность метода **биоакустической коррекции** (БАК), в котором происходит совместная стимуляция музыкальными и вербальными стимулами, синхронизированными и согласованными с собственной биоэлектрической активностью мозга пациента. Предполагается, что эффективность воздействия БАК обусловлена активацией диэнцефальных и стволовых структур головного мозга, возникающей в результате суммации афферентной импульсации с определенными фазами эндогенной нейронной активности, что приводит к стимуляции процессов саморегуляции. Стимуляция механизмов саморегуляции в случае нарушений, связанных с перевозбуждением, приводит к активации парасимпатических тормозных влияний. В результате применения метода БАК для компенсации последствий ризидуально-органических нарушений ЦНС у детей 3-7 лет с задержкой психоречевого развития можно отметить значимое снижение психоэмоциональной лабильности, моторного перевозбуждения, и нормализацию структуры сна не только к окончанию курса процедур, но и в отдельной процедуре. Следует отметить, что к 3-4 процедуре наблюдаются положительные изменения речевой и

других когнитивных функций. Адекватность и направленность воздействия в методе БАК, позволяют практически полностью избежать чрезмерного перевозбуждения ЦНС и тем самым увеличить эффективность лечебных мероприятий.

### FEATURES OF APPLICATION OF METHOD OF BIOACOUSTIC CORRECTION TO COMPENSATE FOR THE EFFECTS OF RIZIDUAL-ORGANIC VIOLATIONS OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM IN CHILDREN 3-7 YEARS WITH A DELAY OF PSYCHOSPEECH DEVELOPMENT

Miroshnikov D.B.<sup>1</sup>, Konstantinov K.V.<sup>1</sup>, Belozeroва U.B.<sup>2</sup>, Kolcheva U.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary scientific Institution «Institute of Experimental Medicine», Saint Petersburg, Russia;  
<sup>2</sup>Federal State Budgetary scientific Institution «Institute of Human Brain», Saint Petersburg, Russia; <sup>3</sup>Scientific-research Association «Clinic bioacoustic correction» Saint Peterburg, Russia; [dbmir@yandex.ru](mailto:dbmir@yandex.ru)

In the last 15 years there has been an objective increase in the number of children with mental and verbal development of cerebro-organic genesis. Among non-invasive methods for speeding up development of the central nervous system (CNS) is best known for the method of transcranial mikropolarization (TCMP), which is way directional effects of low-intensity constant current through the extracranial electrodes in order to achieve a durable polar-dependent changes in the excitability of nervous tissue as certain cortical zones and related regulatory subcortical structures. The successful application of this method primarily in children with delayed development eliminates the problem of not psychospeech individual reactivity of the nervous system of patients with epiaktivity, as well as with increased motor and psvcho-emotional in overexcitement response to the existinq different schemes impact. The consequence is a significant limitation of the use of TCMP associated with a fairly long wait normalization overexcited CNS. Over the past 5 years at least successful clinical results of treatment of this pathology are received at use growing fame method bioacoustic correction (BAC), which is the joint stimulation of musical and verbal stimuli, synchronized and concerted with his own brain bioelectric activity of the patient. It is assumed that effectiveness of the impact of the BAC is due to the activation of stem and diencephalic brain structures, caused by summation of sensory impulses to certain phases of endogenous neural activity, which leads to stimulation of the processes of self-regulation. Stimulation of self-regulation mechanisms in the case of disorders associated with overstimulation, leads to activation of the parasympathetic inhibitory effects. As a result of the application of method BAC to compensate for the effects of rizidual-organic violations of the CNS in children 3-7 years with a delay of psychospeech development observed a significant reduction of psvcho-emotional lability, motor overstimulation and normalization of sleep structure not only in the end of a course of procedures, but also in a separate procedure. It should be noted that the procedure to 3-4 positive changes observed speech and other cognitive functions. Adequacy and direction of the impact of the method of the BAC allows almost completely avoid excessive overstimulation of the CNS and thereby increase the effectiveness of therapeutic interventions.

### ДОЛГОВРЕМЕННОЕ ВЛИЯНИЕ ПОВТОРНЫХ СТРЕССОВЫХ И БОЛЕВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В НЕОНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ НА АДАПТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ

Михайленко В.А.<sup>1</sup>, Буткевич И.П.<sup>1,2</sup>, Вершинина Е.А.<sup>1</sup>, Астапова М.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия  
<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия; [irinabutkevich@yandex.ru](mailto:irinabutkevich@yandex.ru)

Стрессовые и болевые воздействия в неонатальный период развития являются фактором риска для дальнейшего развития и функционирования не только стрессорной и ноцицептивной систем, но и других систем организма, а также для разных типов адаптивного поведения. Цель работы состояла в исследовании долговременных влияний болевых или/и стрессовых воздействий в раннем возрасте крысы на реактивность адаптивных систем у этих животных в последующем онтогенезе. Самцы и самки крыс линии Вистар в первый и повторно на второй день жизни (P1,2) были подвергнуты следующим воздействиям: комплексному – боли при воспалении (подкожная инъекция 2.5% 0.5 мл раствора формалина в подошву задней конечности) и кратковременному стрессу отнятия от самки (60 мин) –, только боли при воспалении без отнятия от самки, инъекции физиологического раствора с отнятием от самки, только инъекции физиологического раствора. Последствия ранних воздействий были исследованы в подростковом периоде развития (25-35 дней) и у взрослых крыс (90-100 дней). Оценивали функциональное состояние ноцицептивной системы в тесте горячая пластина и в условиях вновь созданного очага воспаления в формалиновом тесте, а также уровень тревожности в тесте приподнятого крестообразного лабиринта, уровень склонности к депрессивноподобному поведению в тесте принудительного плавания и способность к выработке пространственной дифференцировки в лабиринте Морриса. В тесте горячая пластина обнаружено достоверное увеличение латентного периода поведенческого ответа у взрослых самцов крыс, подвергнутых боли в P1,2, по сравнению с латентным периодом у контрольных крыс. В формалиновом тесте обнаружена гипералгезия – достоверное увеличение продолжительности реакции вылизывания – по сравнению с гипералгезией у контрольных крыс в тоническую фазу ответа у самцов и самок, подвергнутых стрессу или боли на P1,2. Таким образом, новые результаты позволяют сделать следующее заключение. Кратковременный стресс отнятия крысят от самки в P1,2 (модель недоношенного новорожденного человека) вызвал у особей обоего пола долговременное усиление болевой чувствительности в условиях очага воспаления на периферии. Воспалительная боль, пережитая даже в присутствии матери самцами крысятами в P1,2, вызвала долговременное усиление болевого поведения в условиях воспроизведенной вновь воспалительной боли, что указывает на

необходимость применения соответствующего обезболивания в ходе инвазивных процедур при лечении младенцев в неонатальном отделении. Различная стратегия адаптивного поведения, обнаруженная в других поведенческих тестах, указывает также на зависимость долговременного эффекта неонатальных воздействий от их типа, возраста, в котором последствия этих воздействий были зарегистрированы, и пола особи.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 14-04-00106.*

#### **LONG-TERM EFFECT OF REPEATED STRESSFUL AND PAINFUL IMPACTS DURING NEONATAL PERIOD OF DEVELOPMENT ON ADAPTIVE BEHAVIOR**

<sup>1</sup>Mikhailenko V.A., <sup>1,2</sup>Butkevich I.P., <sup>1</sup>Vershina E.A., <sup>2</sup>Astapova M.K.

<sup>1</sup>I.P. Pavlov Institute of Physiology RAS, St.Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Russia; St.Petersburg, Russia; irinabutkevich@yandex.ru

Stressful and painful impacts during neonatal period of development are risk factor for further development and function not only the stress and nociceptive systems, but and other systems of the organism and also for different types of adaptive behavior. The aim of the study was to investigate long-term effects of painful or/and stressful impacts in early age of the rat on reactivity of adaptive systems in these animals during future ontogeny. Male and female Wistar rats on the first and repeatedly second days of life (P1,2) were exposed to following impacts: combination of inflammatory pain (s.c. injection of 2.5% 0.5 µl formalin into the pad of the left hind paw) and short stress of maternal deprivation (60 min), only to inflammatory pain, to injection of saline and short stress of maternal deprivation (60 min), and at last, only to injection of saline. Consequences of early life impacts were investigated during the adolescent rats (25-35 days) and in the adulthood (90-100 days). Functional state of the nociceptive system in the hot plate test and in the conditions of re-inflammation in the formalin test, and also the level of anxiety in the elevated plus maze, the level of depression in the forced swim test and ability to spatial learning in the Morris maze were evaluated. Adult male rats, exposed to inflammatory pain on P1,2 showed a significant increase in the latent period of behavioral response in the hot plate test as compared to this index in control animals. Males and females exposed to maternal deprivation or inflammatory pain on P1,2 demonstrated hyperalgesia – a significant increase in licking duration – as compared to hyperalgesia in controls during the tonic phase of the formalin test. Thus, new results let us conclude that short stress of maternal deprivation on P1,2 (a model of premature newborn) caused in rats of both sexes a long-term increase in pain sensitivity in conditions of peripheral inflammation. Inflammatory pain, which P1,2 male rat pups experienced even in dam's presence, induced long-term strengthening painful behavior to re-inflammation, suggesting that there is necessity of adequate anesthesia for newborn during invasive procedures that are performed in a neonatology department. Different strategy in the adaptive behavior found in other behavioral tests indicates also dependence of the long-term effect of neonatal impacts on their type, age when the consequences of these impacts were recorded and sex.

*The study was supported by RFBR project N 14-04-00106a.*

#### **МЕХАНИЗМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА**

Михайлова Л.А.

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, Россия; [krasphysiol@mail.ru](mailto:krasphysiol@mail.ru)

Формирование человеческого капитала предполагает высокий уровень качества здоровья, сохранение и развитие резервных возможностей основных систем организма человека. Это возможно при использовании научно обоснованных социально-гигиенических и медико-организационных подходов оценки здоровья, качества жизни. Проведено обследование студентов вузов г.Красноярска, относящихся к I и II группам здоровья. Выявлены половые отличия ряда гемодинамических показателей: у юношей по сравнению с девушками статистически значимо выше уровни систолического и пульсового артериального давления, но ниже показатели частоты сердечных сокращений. Значение минутного объема кровообращения статистически значимо не отличается. Стабильность сердечного ритма у обследованных лиц юношеского возраста велика и имеет широкие адаптационные возможности, о чем свидетельствуют результаты спектрального анализа вариабельности сердечного ритма. Получены уравнения регрессии, описывающие вариабельность сердечного ритма. У лиц мужского пола в регуляции поддержания сердечного ритма наибольшая нагрузка возлагается на нервные влияния (доля медленных волн II порядка составляет 50,3%), в то время как у девушек долевое соотношение нервных и гуморальных влияний равномерно (на долю медленных волн II и III порядка приходится в среднем по одной трети). Выявлены отличия вариабельности сердечного ритма у студентов с различным типом вегетативной реактивности. Получены уравнения регрессии, описывающие вариабельность сердечного ритма. Установлено, что при относительно высокой стабильности деятельности сердца у лиц с эйтоническим типом средний уровень частоты сердечных сокращений обеспечивается, в основном, нервными влияниями, и соотношение симпатических и парасимпатических влияний уравновешено. У студентов с преобладанием симпатических и парасимпатических влияний сердечный ритм обеспечивается как нервными, так и гуморальными механизмами. При этом возрастают центральные влияния, свидетельствующие об участии лимбико-ретикулярного комплекса в процессах регуляции сердечной деятельности, обеспечивая либо высокие гемодинамические показатели (симпатический и гиперсимпатический типы саморегуляции), либо значимо низкие (ваготонический тип).

## **MECHANISMS OF MAINTENANCE OF STABILITY OF THE WARM RHYTHM AND THE CHARACTERISTIC OF NEURODYNAMIC PROCESSES AT PERSONS OF YOUTHFUL AGE**

**Mikhaylova L.A.**

Public budgetary educational institution of higher education "Krasnoyarsk state medical university of a name of professor V. F. Voyno-Yasenetsky" of the Ministry of Health Russian Federation, Krasnoyarsk, Russia;  
[krasphysiol@mail.ru](mailto:krasphysiol@mail.ru)

Formation of the human capital assumes a high level of quality of health, preservation and development of reserve opportunities of the main systems of a human body. It is possible when using evidence-based social and hygienic and medico-organizational approaches of an assessment of health, quality of life. Examination of students of the higher education institutions of Krasnoyarsk relating to I and II groups of health is conducted. Sexual differences of a number of haemo dynamic indicators are revealed: at young men in comparison with girls levels of systolic and pulse arterial pressure are statistically significantly higher, but indicators of heart rate are lower. Value of minute volume of blood circulation statistically significantly doesn't differ. Stability of a warm rhythm at the examined persons of youthful age of a bike also has ample adaptation opportunities what results of the spectral analysis of variability of a warm rhythm testify to. The regression equations describing variability of a warm rhythm are received. At males in regulation of maintenance of a warm rhythm the greatest loading is assigned to nervous influences (the share of slow waves of the II order makes 50,3%) while girls have a share ratio of nervous and humoral influences evenly (II and III orders are the share of a share of slow waves on average on one third). Differences of variability of a warm rhythm at students with various type of vegetative reactivity are revealed. The regression equations describing variability of a warm rhythm are received. It is established that at rather high stability of action of the heart at persons with eytonichesky type the average level of heart rate is provided, generally with nervous influences, and the ratio of sympathetic and parasympathetic influences is counterbalanced. At students with prevalence sympathetic and the parasimpaticheskikh of influences the warm rhythm is provided with both nervous, and humoral mechanisms. At the same time the central influences demonstrating participation of a limbiko-retikulyarny complex in processes of regulation of warm activity increase, providing or high haemo dynamic rates (sympathetic and hyper sympathetic types of self-control), or significantly low (vagotonichesky type).

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ ПАЦИЕНТОВ С ДИАГНОЗОМ ТРИГЕМИНАЛЬНАЯ НЕВРАЛГИЯ В ПРОЦЕССЕ ЛЕЧЕНИЯ**

**Михальчич И.О., Омельченко В.П.**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ростов-на-Дону, Россия; [irisa-irisa@bk.ru](mailto:irisa-irisa@bk.ru)

Невралгия тройничного нерва – патология периферической нервной системы, проявляющаяся в приступах резкой стреляющей, жгучей, нестерпимо острой лицевой боли длительностью до 2 минут. Приступы могут быть спровоцированы даже обыденными манипуляциями, например, чисткой зубов, приемом пищи и т.д. Заболевание серьезно снижает качество жизни пациентов и приводит к временному ограничению трудоспособности на период обострений. Данная патология имеет достаточно высокую распространенность, составляющую 30 – 50 больных на 100 000 населения, и заболеваемость от 2 до 4 человек на 10 000 населения (по данным ВОЗ). Кроме того, данное заболевание характеризуется исключительной резистентностью к различным видам терапии. Поэтому контроль за состоянием пациента в процессе лечения является одной из приоритетных задач при исследовании данного вида патологии.

В представленной работе исследовались изменения нелинейных показателей биоэлектрической активности головного мозга у больных невралгией тройничного нерва (НТН) в динамике при проведении терапии и в сравнении со здоровыми испытуемыми (по 15 обследуемых в каждой группе). Больные проходили лечение в отделении неврологии и нейрохирургии РостГМУ, запись электроэнцефалограмм (ЭЭГ) проводилась на базе кафедры медицинской и биологической физики при помощи электроэнцефалографа-анализатора ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131-03» фирмы «Медиком МТД» г. Таганрог, Россия. Нелинейный анализ ЭЭГ был проведен в программе Fractan 4.4, статистический анализ результатов реализован при помощи системы Statistica 10.0.

В результате были выявлены значимые отличия фрактальных характеристик ЭЭГ больных НТН и здоровых, а также приближение значений исследуемых показателей у больных в процессе лечения к значениям, наблюдавшимся у здоровых испытуемых. Это согласуется с клиническими данными на момент окончания лечения.

Полученные отличия нелинейных показателей здоровых и больных тригеминальной невралгией, а также заметная положительная динамика значений исследуемых характеристик у больных при лечении, подтвержденная клинически, дают основание полагать, что нелинейнодинамические характеристики ЭЭГ могут быть использованы при диагностике и контроле качества проводимой терапии невралгии тройничного нерва.

## **PROSPECTS OF RESEARCH USING THE METHODS OF NONLINEAR DYNAMICS OF ELECTROENCEPHALOGRAMS OF THE PATIENTS DIAGNOSED WITH TRIGEMINAL NEURALGIA IN THE TREATMENT PROCESS**

**Mihalchich I.O., Omelchenko V.P.**

State budgetary educational institution of higher professional education "Rostov state medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation, Rostov-on-Don, Russia; [irisa-irisa@bk.ru](mailto:irisa-irisa@bk.ru)

Trigeminal neuralgia is a disease of the peripheral nervous system, manifested by attacks of sharp shooting, burning, unbearably sharp facial pain lasting up to 2 minutes. Attacks can be triggered by even mundane

procedures such as teeth brushing, eating etc. the Disease seriously reduces the quality of life of patients and leads to temporary disability for the period of exacerbations. This pathology has a high prevalence, which is 30 – 50 patients per 100 000 population, and incidence from 2 to 4 persons per 10 000 population (source: WHO). In addition, this disease is characterized by exceptional resistance to various therapies. Therefore, monitoring the patient in the treatment process is one of the priority tasks in the study of this disease.

In the present work, we investigate nonlinear changes of indicators of bioelectric activity of brain in patients with trigeminal neuralgia (TN) in the dynamics of the therapy in comparison with healthy subjects (15 subject in each group). Patients were treated in the Department of neurology and neurosurgery, Rostov state medical University, recording electroencephalograms (EEG) were carried out at the Department of medical and biological physics with the help of electroencephalograph-analyzer of EEG-21/26 "Encephalan-131-03" firm "Medikom MTD", Taganrog, Russia. Nonlinear analysis of EEG was conducted in the program Fractan 4.4, statistical analysis of results was implemented with the help of Statistica 10.0.

The results have identified significant differences of fractal characteristics of EEG of patients by TN and healthy, as well as the approximation of the values of the parameters studied in patients during treatment to values observed in healthy individuals. This is consistent with clinical data by the end of the treatment.

The difference of nonlinear indices of healthy and diseased trigeminal neuralgia, and also noticeable positive dynamics of values of the studied characteristics of the patients in the treatment confirmed clinically, suggest that nonlinear characteristics of the EEG can be used in the diagnosis and therapy of trigeminal neuralgia.

### **ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛАЗ ЧЕЛОВЕКА НА ПОКАЗАТЕЛИ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ**

**Г.А. Моисеенко<sup>1</sup>, О.А. Вахрамеева<sup>1</sup>, Д.С. Мальцев<sup>2</sup>, М.В. Сухинин<sup>2</sup>, С.А. Коскин<sup>2</sup>, Ю.Е. Шелепин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup> ВМедА им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия, [galina\\_pbox@mail.ru](mailto:galina_pbox@mail.ru)

Целью данного исследования было – изучить возможность категоризации объектов в фовеа в зависимости от оптических свойств глаза (величины рефракции, длины передне-задней оси (ПЗО) глазного яблока) и размера фовеолы.

В исследовании принимали участие 27 здоровых испытуемых в возрасте от 22 до 35 лет с остротой зрения от 0,5 до 2 (15 эметропов и 12 – с близорукостью степенью от 0,25 до 5,5 дптр, с коррекцией). С помощью метода когнитивных вызванных потенциалов было проведено 2 серии экспериментов на пределе разрешения зрительной системы (с расстояния 5 м от глаз испытуемого до экрана монитора). В обеих сериях экспериментов изображения предъявляли на мониторе монокулярно. Угловые размеры изображений объектов на экране – 0,4 угл. град. Время предъявления изображений – 100 мс с интервалом в 1 секунду. Регистрация (ВП) проводилась по схеме 10-20 с референтными ушными электродами. В качестве стимулов 1й серии исследования использовали изображения шахматного паттерна и регистрировали «пассивные» отклики мозга. Во 2й основной серии использовали контурные изображения объектов живой и неживой природы и анализировали величины амплитуды и латентных периодов ранних компонентов в затылочных областях, в височных областях и в поздних компонентах в центральных областях.

Впервые выявлена зависимость работы электрофизиологических характеристик от размеров фовеолы. Показана роль височных областей, в классификации объектов, подтверждена и при распознавании изображений объектов инвариантно к размеру.

### **INFLUENCE OF MORPHOLOGICAL AND OPTICAL CHARACTERISTICS OF EYE HUMAN ON CHARACTERISTICS EVOKED POTENTIALS IN OBJECT RECOGNITION**

**G.A. Moiseenko<sup>1</sup>, O.A. Vahrameeva<sup>1</sup>, D.S. Maltsev<sup>2</sup>, M.V. Suhinin<sup>2</sup>, S.A. Koskin<sup>2</sup>, Yu.E. Shelepin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pavlov Institute of Physiology Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia, [galina\\_pbox@mail.ru](mailto:galina_pbox@mail.ru)

The aim of this study was to explore the possibility of categorization objects in the fovea, depending on the optical properties of the eye (the value of the refraction, the length of the anterior-posterior axis (APA) of the eyeball) and foveola size.

The study involved 27 healthy volunteers between the ages of 22 to 35 years, with visual acuity from 0.5 to 2 (15 emmetropia and 12 – with a degree of myopia from 0.25 to 5.5 diopters, with correction). Using the method of cognitive evoked potentials was conducted 2 series of experiments at the limit of resolution of the visual system (from a distance of 5 m from the subject's eyes to the monitor).

In both series of experiments, the image is presented on the monitor monocular. The angular size of the images of objects on the screen – 0.4 ang. deg. Time of presentation of images – 100 ms with an interval of 1 second. Registration (EP) carried out by the scheme 10-20 with referential ear electrodes. As an stimuli 1st series of studies have used the image of the chess pattern and recorded "passive" brain responses. In the 2nd main series used – contour images of objects animate and inanimate nature and analyzed the value of the amplitude and latent periods of early components in the occipital areas in the temporal areas, and in the later components in the central regions.

We demonstrate revealed the dependence of electrophysiological characteristics of foveola sizes. We discover the role of the temporal lobes, involved in the classification of objects, and confirmed with the recognition of images of objects invariant to the size.

**УСИЛЕННОЕ НАКОПЛЕНИЕ АМИЛОИДА-БЕТА СТАНОВИТСЯ ВТОРИЧНЫМ СОБЫТИЕМ ПРИ  
РАЗВИТИИ ПРИЗНАКОВ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА У КРЫС OXYS**

**Муралева Н.А.<sup>1</sup>, Максимова К.Ю.<sup>2</sup>, Колосова Н.Г.<sup>1</sup>, Стефанова Н.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», Новосибирск Россия; [Myraleva@bionet.nsc.ru](mailto:Myraleva@bionet.nsc.ru), <sup>2</sup>Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия

Болезнь Альцгеймера (БА) – самое распространенное нейродегенеративное заболевание, которое становится причиной деменции на фоне атрофических изменений мозга и, в конечном счете, смерти в течение 3-9 лет после установления диагноза. Согласно доминирующей гипотезе «амилоидного каскада» центральным событием в патогенезе БА становится накопление нейротоксических форм пептида амилоида-β (Aβ), приводящее к образованию амилоидных бляшек, гиперфосфорилированию тау-белка и формированию нейрофибриллярных клубков, синаптической недостаточности, гибели нейронов, воспалению, митохондриальной дисфункции и окислительному стрессу. Однако вопрос о том, является ли накопление Aβ иницирующим фактором развития БА, остается открытым. В настоящей работе с помощью модели спорадической формы БА – преждевременно-стареющих крыс OXYS, мы показали, что усиленное накопление Aβ в мозге становится вторичным событием в каскаде патологических процессов при БА. Показано, что возраст-зависимое повышение уровня Aβ<sub>1-42</sub> и формирование амилоидных бляшек в мозге крыс OXYS по времени происходит позже, чем выявляются признаки деструктивных изменений нейронов, снижения плотности синапсов, дисфункции митохондрий, гиперфосфорилирования тау-белка и снижения способности к обучению и памяти. Нами установлено, что формирование пассивного типа поведения, повышенной тревожности и снижение способности к обучению у крыс OXYS к возрасту 3-4 мес. по времени совпадает с развитием в гиппокампе и префронтальной коре и образования амилоидных бляшек в мозге. Таким образом, основываясь на полученных нами результатах, можно предположить, что связанные с возрастом нейродегенеративные процессы по времени предшествуют нейротоксическому накоплению Aβ, которое становится маркерным, финальным событием в патогенезе спорадической формы БА.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 15-04-01938 и 15-04-06066*

**AMYLOID ACCUMULATION IS A LATE EVENT IN SPORADIC ALZHEIMER'S DISEASE-LIKE  
PATHOLOGY IN OXYS RATS**

**Muraleva N.A.<sup>1</sup>, Maksimova K.Yi.<sup>2</sup>, Kolosova N.G.<sup>1</sup>, Stefanova N.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Cytology and Genetics, Novosibirsk, Russia; [Myraleva@bionet.nsc.ru](mailto:Myraleva@bionet.nsc.ru)  
<sup>2</sup>Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

Alzheimer's disease (AD) is the most common neurodegenerative disorder and is a cause of dementia that is linked to atrophic changes in the brain, leading to problems with attention, memory, work capacity, and ultimately to death within 3–9 yr after the diagnosis. In the pathogenesis of AD, according to the prevalent 'amyloid cascade hypothesis', the main event is accumulation of neurotoxic forms of the peptide amyloid-β (Aβ), causing hyperphosphorylation of the tau protein, a deficit of synapses, neuronal death, mitochondrial dysfunction, oxidative stress, and inflammation. Nonetheless, it now seems increasingly unlikely that amyloid toxicity is the cause of sporadic AD, which leads to cognitive decline. Here, using a promising model of sporadic AD – accelerated-senescence nontransgenic OXYS rats, we confirmed that aggregation of Aβ is a later event in AD-like pathology. We showed that an age-dependent increase in the levels of Aβ<sub>1-42</sub> and extracellular Aβ deposits in the brain of OXYS rats occur later than do synaptic losses, neuronal cell death, mitochondrial structural abnormalities, and hyperphosphorylation of the tau protein. AD-like pathology in OXYS rats manifests itself already at age 3 months as a passive type of behavior, elevated anxiety, and learning and memory deficits accompanied by neurodegenerative changes. The first signs of neurodegenerative changes are detectable against the background of mitochondrial dysfunction, hyperphosphorylation of the tau protein, synaptic dysfunction, and long-term potentiation impairments. By the age of 12 months, the neurodegenerative processes in the brain of OXYS rats are enhanced and proceed simultaneously with accumulation of toxic forms of Aβ, formation of amyloid plaques, hyperphosphorylation of the tau protein, mitochondrial dysfunction, and deficit of synapses. In conclusion, on the basis of our results, we can theorize that multiple age-associated degenerative processes may precede the toxic accumulation of Aβ, which in turn triggers the final, currently irreversible stage of the sporadic form of AD and becomes a fatal hallmark event of the disease.

*This work was supported by the grants from the Russian Foundation for Basic Research (projects ## 15-04-01938 and 15-04-06066).*

**СОЗДАНИЕ НОВЫХ СТРУКТУРНЫХ АНАЛОГОВ ХЛОРАМИНА ТАУРИНА ДЛЯ ИНГИБИРОВАНИЯ  
ФУНКЦИЙ ТРОМБОЦИТОВ**

**Мурина М.А.<sup>1</sup>, Рощупкин Д.И.<sup>2,1</sup>, Чудина Н.А.<sup>1</sup>, Сергиенко В.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства» Москва, Россия; <sup>2</sup>ГБОУ ВПО "Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И.Пирогова" Минздрава, Москва, Россия, [marina\\_murina@mail.ru](mailto:marina_murina@mail.ru)

Тромботические сердечно-сосудистые заболевания (ишемический инсульт, инфаркт миокарда и острый коронарный синдром и др.) – основная причина смертности населения в РФ. Внутривенное тромбообразование начинается с активации тромбоцитов, которая в большинстве случаев заключается во

взаимодействию молекул коллагена поврежденной атеросклеротической бляшки со специфическими рецепторами. В дальнейшем процесс активации усиливается за счет агониста АДФ, действующего на специфический поверхностный пуриновый рецептор P2Y<sub>12</sub> тромбоцита. Сигнализация из клетки наружу обеспечивает активацию рецепторов фибриногена (гликопротеида IIb/IIIa), а связывание этими рецепторами молекул фибриногена вызывает агрегацию тромбоцитов (формирование первичного тромба).

Целью работы является разработка антиагрегантов, представляющих собой устойчивые структурные аналоги хлорамина таурина (N-хлор-2-аминоэтансульфоновой кислоты), которые способны химически (ковалентно) модифицировать несколько ключевых рецепторов, участвующих в активации и агрегации тромбоцитов.

Для выявления оптимальной структуры хлораминовых антиагрегантов по критериям наличия необходимого реакционного свойства, собственной устойчивости и антиагрегационной активности, проведен компьютерный квантовомеханический расчет. Для структурных аналогов хлорамина таурина рассчитан непараметрическим квантовомеханическим методом (B3LYP/6-31G(d,p)) ряд молекулярных характеристик (парциальные заряды Малликена атомов хлораминовой части и соседних атомов, длины связей и др.). С использованием экспериментальных данных, полученных для известных хлораминов, обосновано предсказание того, что структурные аналоги N-хлортаурина с замещением у бета-углерода этановой части должны, во-первых, отличаться повышенной устойчивостью, и, во-вторых, характеризоваться резко сниженной реакционной способностью. Такие аналоги наиболее перспективны в качестве прототипа антитромбоцитарного средства.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, грант №16-04-00220.*

### CREATING OF THE NOVEL STABLE STRUCTURAL ANALOGS OF THE N-CHLOROTAURINE FOR INHIBITION OF PLATELET FUNCTION

**Murina M.A.<sup>1</sup>, Roshchupkin D.I.<sup>2,1</sup>, Chudina N.A.<sup>1</sup>, Sergienko V.I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Federal Research and Clinical Centre of Physical-Chemical Medicine of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia; <sup>2</sup> The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov (RNRMU), Moscow, Russia, [marina\\_murina@mail.ru](mailto:marina_murina@mail.ru)

Thrombotic cardiovascular diseases (ischemic stroke, myocardial infarction, acute coronary syndrome, etc.) are the main cause of mortality in the Russian Federation. Arterial thrombus begins with the activation of platelets, which in most cases comprises an interaction of collagen molecules damaged plaque with specific receptors. In the sequel, the activation process is enhanced by the agonist ADP, acting on a specific surface purine receptor R2Y<sub>12</sub> of platelets. Signaling from the cell to the outside provides an activation of the fibrinogen receptor (glycoprotein IIb / IIIa). Binding of the fibrinogen molecules to the fibrinogen receptors causes aggregation of platelets (primary thrombus formation).

The aim of the present work is the development of antiplatelet agents which represent stable structural analogs of taurine chloramine (N-chloro-2-aminoethansulphonic acid) and are capable to modify chemically (covalently) several key receptors involved in platelet activation and aggregation.

To reveal an optimal structure of chloramine antiplatelet agents according to the criteria of having the required reactive properties, stability and antiplatelet activity, the computer quantum mechanical calculations have been carried out. A number of the molecular characteristics, including the Mulliken atomic partial charges for the chloramine part and adjacent atoms, for the structural analogues of taurine chloramine have been calculated with nonparametric quantum-mechanical method (B3LYP / 6-31G (d, p)). According to the prediction with usage of experimental data, structural analogues of N-chlorotaurine having a substitution at the beta carbon of ethane part must manifest the raised stability and the reduced reactivity. Such analogs are the most promising as a prototype antiplatelet agents.

*This research was support by RFBR №16-04-00220.*

### ОСОБЕННОСТИ САМОПРОИЗВОЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ КРЫС ВЫБОРУ ПУСКОВЫХ И ЦЕЛЕВЫХ СИГНАЛОВ В ИНТЕРАКТИВНОЙ СРЕДЕ

**Муртазина Е.П.<sup>1</sup>, Гурковский Б.В.<sup>1,2</sup>, Журавлев Б.В.<sup>1</sup>, Сабанина Н.Р.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «НИИ нормальной физиологии им. П.К.Анохина», Москва, Россия; <sup>2</sup> Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия, [e.murtazina@nphys.ru](mailto:e.murtazina@nphys.ru)

Наиболее близкими к этологическим наблюдениям процессов выбора и принятия решения у животных являются экспериментальные модели самопроизвольного обучения с использованием методики свободного выбора. В последние годы стали применяться интерактивные сенсорные мониторы, на которых животным предъявляются условные сигналы (различные изображения), нажатия на которые приводят к подаче вознаграждения. Ранее нами было показано формирование 2-х специфических паттернов чередования выбора крысами пищевого и питьевого подкреплений. Цель данной работы – выявить индивидуально-типологические особенности формирования паттернов, их устойчивость после перерыва в обучении. Опыты проведены на 37 крысах-самцах Вистар, с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директиве европейского союза 2010/63/EU. Использовался аппаратно-программный комплекс Rat Touch Screen Chamber (Lafayette Instrument, USA). После 24 часовой пищевой и питьевой депривации крыс помещали в бокс, где они путем самостоятельного исследования пространства, нажимали носом или лапой на экран в область одного из стимулов, преимущественно при осуществлении вертикальных стоек в процессе ориентировочно-исследовательского поведения. Нажатие на стимул 1 приводило к подаче в кормушку 1 пищевой гранулы, на стимул 2 – к подаче в поилку порции воды. Показано, что в процессе обучения сочетанному пищедобывательному и питьевому поведению крыс в интерактивной среде у 50% крыс успешно вырабатывался навык к 4-7 сеансам тренировок. После 42-х дневного перерыва они быстро

(за 1-2 сеанса) выходили на уровень ранее выработанного навыка. 2-я группа крыс (30%) обучилась вырабатываемому навыку к 12-му сеансу обучения, в последующем достигнув высоких показателей 1-й группы. У 20% крыс на этих сроках не вырабатывался навык нажатия на изображение условного сигнала для получения подкреплений. Однако в дальнейшем эти крысы все же обучились к 15-18м сеансам тренировок. Число пищедобывательных актов достоверно превышало количество питьевых и составляло 60-80% от суммарного количества поведенческих актов. После перерыва характерный для крысы тип временного паттерна чередований выбора питья и еды сохранялся. Таким образом, нами показано, что крысы успешно самостоятельно обучаются работе с интерактивным экраном для выбора подкреплений. Формируются характерные временные паттерны сочетания пищедобывательного и питьевого форм поведения. После длительного перерыва в тренингах выработанный навык быстро вспоминается и даже улучшается.

#### **FEATURES OF RATS' SELF-LEARNING TO CHOOSE CONDITIONAL SIGNALS AND REINFORCEMENTS IN AN INTERACTIVE ENVIRONMENT**

**Murtazina E.P.<sup>1</sup>, Gurkovskiy B.V.<sup>1,2</sup>, Zhuravlev B.V.<sup>1</sup>, Sabanina N.R.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Research Institute of Normal Physiology, PK Anokhin; Moscow, Russian; <sup>2</sup>National Research Nuclear University "MEPhI" Moscow, Russia; [e.murtazina@nphys.ru](mailto:e.murtazina@nphys.ru)

The closest to the ethological observations of selection processes and decision making in animal experimental models are models of spontaneous learning using free choice techniques. Over the last few years, interactive touch screen monitors have been used where prearranged signals (different images) are presented to the animals, clicking on that lead to rewards. Previously, we have shown the formation of the 2 specific sequence time-patterns of the eating and drinking reinforcements selection by rats. The purpose of this study was to identify individual-typological features of such patterns formation, their sustainability after the training break. Experiments were performed on 37 male Wistar rats, in compliance with the principles of humanity (see European Directive 2010/63/EU). The hardware-software complex Rat Touch Screen Chamber (Lafayette Instrument, USA) was used. After a 24-hour food and drink deprivation, the rats were placed in a box where they touch one of the screen images by nose or paw. Mainly in the upright position during the process of orienting-exploratory behavior. If the rat touched the first stimulus a one food pellet was supplied. If the rat touched the second stimulus a water portion was supplied. It is shown that in the process of spontaneous learning to a combined feeding and drinking behavior of rats in an interactive environment 50% of rats successfully learned the skill after 4-7 training sessions. After a 42-day break, they quickly (within 1-2 sessions) reached previously developed level of skill. Rats' group 2 (30%) learned the skill before the 12th training session, and subsequently, they achieved as high indicators as in group 1. For 20% of the rats the skills of self-clicking on the image of the prearranged signal to obtain reinforcements were not developed. Later, however, these rats had already learned before 15-18m training sessions. The number of feeding acts significantly exceeded the number of drinking and constituted 60-80% of the total behavioral acts number. After the break, typical for the rat type of the time pattern of alternations choice of drink and food remained. Thus, we have shown that rats are successfully trained on their own (spontaneously) using the interactive screen to select the reinforcements. It was found the formation of specific temporal patterns of food and drinking behaviors combinations is presented. After a long break in trainings the developed skill is quickly recalled and even improved.

#### **ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

**Мухамеджанов Э.К., Есырєв О.В., Ходарина Н.Н.**

КазНПУ им.Абая, Алматы, Казахстан, [hodarinan@mail.ru](mailto:hodarinan@mail.ru)

Используемые методы очистки сточных вод – механические и биологические способы способствуют устранению до 99% микробов, что недопустимо для повторного использования этих вод. Активный ил является главным фактором в биологической очистке сточных вод. Проблемы экологической безопасности при очистке сточных вод связывают с первичным осадком и избыточным накоплением ила. Практически все химические и микробиологические загрязнения концентрируются в сыром осадке – первичном иле и активном иле – вторичном осадке. Первичные и вторичные осадки сгущают и получают биомассу, которую транспортируют на поля орошения недалеко от накопителей. Со временем происходит высушивание биомассы в естественных условиях и возникает трансмиссия загрязненных вещей в почву, подземные воды и в воздушный бассейн за счет переноса аэрозолей и микроорганизмов, их продуктов жизнедеятельности. Такой способ утилизации биошлама представляет собой экологическую и гигиеническую опасность. Действительно, в прилегающих поселках к озеру-накопителю Сорбулак алматинской системы очистных сооружений отмечается повышение заболеваемости среди населения особенно желудочно-кишечного тракта, в частности гельминтоза.

Органические компоненты биошлама подвергаются дальнейшему разложению под влиянием биоты озер-накопителей, включающей в себя микроорганизмы и простейшие, а также растения. Однако их реабилитационная возможность довольно низкая и поэтому требуются технологии по их активации.

Как показали наши исследования при облучении колоний микроорганизмов в сточных водах пучками заряженных частиц и электромагнитного излучения в дозах 1, 2, 10, 20 и 30 рентген отмечалось усиление их роста при низких воздействиях и, напротив, даже гибель при высоких дозах облучения.

Под влиянием облучения изменялись и физико-химические свойства воды, в частности снижалась величина электропроводности и выявлялось увеличение растворенного кислорода в воде, что свидетельствует об улучшении качественных показателей воды.

Таким образом, только одного воздействия ультрафиолета солнечного света оказывается недостаточным для процессов биоремедиации, поэтому необходимо использование технологий по дополнительному облучению воды и находящейся в ней биоты для улучшения процессов очистки воды и снижения заболеваемости населения.



## **ФУКОИДАН – НАТУРАЛЬНЫЙ ГЕРОПРОТЕКТОР**

**Э.К. Мухамеджанов**

Фирма FUCOIDA WORLD, Алматы, Казахстан

С возрастом характерно снижение когнитивных функций и учащение хронических неинфекционных заболеваний (ХНЗ), которые приводят к снижению качества жизни и независимости пожилого человека. На их лечение расходуются большие средства, поэтому разработка методов профилактики и лечения этих заболеваний является важной задачей геронтологии и имеет высокую социальную значимость. Фукоидан – сульфатированный полисахарид обладает широкой биовалентностью. В настоящее время накопилось большое количество научных сведений об эффективности фукоидана в исследованиях в модельных системах *in vitro* и *in vivo* и наблюдениях на людях относительно его противовирусного, противопаразитарного, антисвертывающего, противоракового, проинсулиноподобного действия и активации иммунитета. Показано улучшение когнитивных функций у больных Альцгеймером и Паркинсонизмом при даче фукоидана, что позволяет рекомендовать фукоидан в качестве геропротектора широкого спектра действия. В докладе будут обсуждены механизмы профилактического и лечебного действия фукоидана и представлены имеющиеся личные данные о клиническом использовании фукоидана.

## **РАЗРАБОТКА ГЕННО-КЛЕТОЧНЫХ ПОДХОДОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА**

**Мухамедьяров М.А., Петухова Е.О., Ризванов А.А., Мухамедшина Я.О., Зефилов А.Л., Исламов Р.Р.**

Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия; [maratm80@list.ru](mailto:maratm80@list.ru)

Болезнь Альцгеймера является самым распространенным нейродегенеративным заболеванием и представляет собой серьезную медико-социальную проблему современного общества. Ключевым проявлением заболевания является развитие деменции и других когнитивных нарушений. В настоящее время отсутствуют эффективные методы лечения болезни Альцгеймера, а применяемые подходы способны лишь замедлить развитие патологии. Нами была исследована эффективность генно-клеточной терапии трансгенных мышей с моделью болезни Альцгеймера B6C3-Tg(APP695)85Dbo Tg(PSEN1)85Dbo при помощи ксенотрансплантации мононуклеарных клеток пуповинной крови (МКПК) человека, трансдуцированных аденовирусами, экспрессирующими усиленный зеленый флуоресцирующий белок (EGFP), сосудистый эндотелиальный фактор роста (VEGF) либо глиальный нейротрофический фактор (GDNF). МКПК вводили ретроорбитально. В поведенческих тестах у трансгенных мышей после трансплантации МКПК улучшалась пространственная память и снижалась тревожность. При помощи иммунофлуоресцентного метода было установлено, что трансплантированные клетки обнаруживаются даже через 90 дней после трансплантации в гиппокампе и коре головного мозга мышей. Кроме того, было обнаружено, что трансплантация МКПК стимулировала процессы нейрогенеза и синаптогенеза в гиппокампе. Таким образом, генно-клеточная терапия, основанная на применении генетически модифицированных МКПК, может быть эффективна для лечения болезни Альцгеймера.

## **DEVELOPMENT OF GENE-CELL APPROACHES FOR TREATMENT OF ALZHEIMER'S DISEASE**

**Mukhamedyarov M.A., Petukhova E.O., Rizvanov A.A., Mukhamedshina Y.O., Zefirov A.L., Islamov R.R.**

Kazan State Medical University, Kazan, Russia; [maratm80@list.ru](mailto:maratm80@list.ru)

Alzheimer's disease is the most common neurodegenerative disease and is a serious medical and social problem of modern society. A key manifestation of the disease is the development of dementia and other cognitive disorders. There is currently no effective treatment for Alzheimer's disease, and the available approaches are only able to slow the disease's progression. We studied the effectiveness of gene-cell therapy of transgenic mice with the model of Alzheimer's disease B6C3-Tg (APP695) 85Dbo Tg (PSEN1) 85Dbo using xenotransplantation of human umbilical cord blood mononuclear cells (UCBMCs) transduced with adenovirus expressing enhanced green fluorescent protein (EGFP), vascular endothelial growth factor (VEGF), or glial-derived neurotrophic factor (GDNF). UCBMCs were injected retroorbitally. Transgenic mice after UCBMCs transplantation showed improved spatial memory and decreased anxiety in behavioral tests. Using immunofluorescence staining, it was found that grafted cells were detected even 90 days after transplantation in the hippocampus and cerebral cortex of transgenic Alzheimer's mice. Furthermore, it was found that UCBMCs stimulate processes of neurogenesis and synaptogenesis in the hippocampus. Thus, gene-cell therapy based on the use of genetically modified UCBMCs may be effective for the treatment of Alzheimer's disease.

## **ВРЕМЕННОЙ ХОД РАЗВИТИЯ ДИСФУНКЦИИ СИСТЕМЫ «НЕРВ-МЫШЦА» В МОДЕЛИ БОКОВОГО АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА**

**Мухамедьяров М.А., Зефилов А.Л.**

Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия; [maratm80@list.ru](mailto:maratm80@list.ru)

Боковой амиотрофический склероз (БАС) является нейродегенеративным заболеванием, характеризующимся дегенерацией мотонейронов, что приводит к развитию параличей и атрофии скелетной мускулатуры, а в последствии – к инвалидизации и гибели пациента. Быстрое прогрессирование заболевания и отсутствие действенных методов лечения делает БАС серьезной медико-социальной проблемой современного общества. Существует несколько гипотез патогенеза БАС, в которых рассматривается взаимодействие центральных и периферических патогенетических механизмов в развитии болезни. В данной работе мы изучили временной ход развития нарушений нервно-мышечной синаптической передачи, сократительной дисфункции и нарушений электрогенеза скелетных мышечных волокон на трансгенных мышцах с моделью БАС разного возраста.

В качестве модели БАС использовались трансгенные мыши, экспрессирующие мутантный человеческий ген Cu/Zn-супероксиддисмутазы SOD1 (mSOD1). Эксперименты проводились на диафрагмальной мышце трансгенных мышей на досимптомной (3-4 месяцев), симптомной (6-7 месяцев) и терминальной (8 месяцев) стадиях болезни. В качестве контроля использовались мыши дикого типа такого же возраста.

В электрофизиологических (регистрация постсинаптических сигналов) и флуоресцентных (с применением флуоресцентного маркера FM 1-43) экспериментах было установлено, что у трансгенных мышей на досимптомной, симптомной и терминальной стадиях заболевания наблюдаются нарушения нервно-мышечной синаптической передачи, характеризующиеся снижением квантового состава потенциалов концевой пластинки (ПКП) в условиях низкочастотной (0,1 Гц) стимуляции и возрастанием времени рециклирования синаптических везикул; динамика амплитуды ПКП при высокочастотной стимуляции (5-50 Гц) не изменялась. Нарушение процессов рециклирования синаптических везикул у трансгенных мышей с моделью БАС на симптомной стадии носит более выраженный характер, чем на досимптомной стадии заболевания. В электрофизиологических экспериментах по измерению мембранного потенциала покоя у трансгенных мышей на симптомной и терминальной стадиях заболевания наблюдаются изменения электрогенеза скелетных мышечных волокон, связанные со снижением функциональной активности  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -насоса плазмолеммы. В миографических экспериментах с электрической стимуляцией препарата установлено, что на симптомной стадии наблюдается увеличение, а на терминальной стадии – уменьшение амплитуды одиночных и суммированных мышечных сокращений в сравнении с мышцами дикого типа.

Таким образом, установлено, что на всех исследованных стадиях патологического процесса у трансгенных мышей с моделью БАС наблюдаются нарушения функций системы «нерв-мышца», при этом характер нарушения системы «нерв-мышца» зависит от стадии патологии. Последовательность развития выявленных нарушений свидетельствует о том, что дисфункция нервно-мышечной синаптической передачи в модели БАС возникает раньше и вероятно, провоцирует/способствует развитию сократительной дисфункции. Полученные результаты значительно расширяют наши представления о механизмах патогенеза БАС.

*Исследование поддержано грантом Российского научного фонда № 14-15-00847.*

**TIME COURSE OF DEVELOPMENT OF DYSFUNCTION OF SYSTEM "NERVE-MUSCLE" IN MODEL OF AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS**  
**Mukhamedyarov M.A., Zefirov A.L.**

Kazan State Medical University, Kazan, Russia; [maratm80@list.ru](mailto:maratm80@list.ru)

Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) is a neurodegenerative disease, which is characterized by degeneration of motoneurons, resulting in the development of paralysis, atrophy of skeletal muscles, and subsequently – to disability and death of the patient. The rapid progression of the disease and the lack of effective treatment make ALS a serious medical and social problem of modern society. Several hypotheses of the ALS pathogenesis considering the interaction of the central and peripheral pathogenic mechanisms in the development of the disease are developed. In this study, we examined the time course of development of dysfunction of neuromuscular synaptic transmission, contractile dysfunction and impairment of electrogenesis of skeletal muscle fibers in the ALS transgenic mouse model of different ages.

For ALS modeling transgenic mice expressing mutant human gene of Cu/Zn-superoxide dismutase SOD1 (mSOD1) were used. Experiments were done on diaphragmatic muscles of ALS transgenic mice at presymptomatic (3-4 months), symptomatic (6-7 months) and terminal (8 months) stages of the disease. For control wild type mice of the same age were used.

In electrophysiological (registration of postsynaptic signals) and fluorescent (using fluorescent marker FM 1-43) experiments, it was found that dysfunction of neuromuscular synaptic transmission characterized by decrease in the quantal content of endplate potentials (EPP) at low-frequency (0.1 Hz) stimulation, an increase in the time of recycling of synaptic vesicles are observed in transgenic mice at presymptomatic, symptomatic and terminal stages of the disease; dynamics of the EPP amplitude during high-frequency stimulation (5-50 Hz) did not change. Impairment of synaptic vesicle recycling in diaphragmatic muscle of ALS transgenic mice at the symptomatic stage is more pronounced than at presymptomatic stage of the disease. In electrophysiological experiments for resting membrane potential measuring changes in electrogenesis of skeletal muscle fibers associated with decreased functional activity of the  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -pump of plasmalemma were found in transgenic mice at symptomatic and terminal stages of the disease. In myographic experiments with electrical stimulation of preparation an increase of the amplitude of the single and tetanic muscle contractions at the symptomatic stage, and reduction of these parameters at the terminal stage comparing to wild type mice were observed.

Thus, it was found that at all stages of pathological process studied in ALS transgenic mouse model dysfunction of "nerve-muscle" system is observed; the character of the dysfunction of "nerve-muscle" system depends on the stage of disease. The sequence of development of revealed disorders suggests that dysfunction of neuromuscular synaptic transmission in ALS model occurs earlier and is likely to provoke/promotes contractile dysfunction. Obtained results greatly expand our understanding of the mechanisms of ALS pathogenesis.

*The study was supported by the grant № 14-15-00847 from the Russian Science Foundation.*

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ ИМПУЛЬСОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Мысин И. Е.

Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино, Московская обл., Россия,  
imysin@mail.ru

Сортировка импульсов — задача обнаружения и кластеризации потенциалов действия (ПД) различных нейронов при внеклеточной регистрации их электрической активности. Изучение функций нейронов определяет необходимость измерений активности каждого конкретного нейрона. Большинство существующих методов сортировки ПД позволяют классифицировать их источники и, таким образом, изолировать отдельные нейроны с достаточно высокой точностью. Однако такие методы обычно сложны и трудоемки, связаны с эмпирическим подбором параметров, требуют математических знаний и наличия практического опыта, что может приводить к ошибкам обработки данных. В данной работе мы предлагаем метод простого автоматического разделения ПД на основе применения искусственных нейронных сетей. Предлагаемый алгоритм включает три стадии. На первой стадии происходит выделение ПД из сигнала с помощью установления порога. В данной работе мы использовали ранее предложенный в литературе (Quiroga et. al 2004) подход для установления порога  $th=4*\text{median}(|x|/0,6745)$ , где  $th$ -значение порога,  $\text{median}$  — медиана,  $x$  — сигнал. Локальные максимумы сигнала, большие чем порог считались центральными значениями импульсов. Далее для обработки бралось окно сигнала вокруг центрального значения в 5 мс (2 мс до центрального значения и 3 мс после). На втором этапе производилось сжатие данных о каждом импульсе с помощью пятислойной нейронной сети прямого распространения. Первый, второй, четвертый и последний слой содержали количество искусственных нейронов соответствующее количеству точек отобранных для каждого импульса, третий слой содержал 10 нейронов. В качестве входных данных для сети использовались данные полученные на предыдущем этапе без какой либо обработки. Сеть обучалась методом обратного распространения ошибки как автокодировщик, т.е. данные о потенциале действия отображались сами в себя. После достижения критерия обученности (квадратичная ошибка менее 0,01) мы использовали выход третьего слоя как характеристику импульса. На третьем этапе мы проводили кластеризацию получившихся значений с использованием метода  $\text{mean shift}$ . Кластеризация проводилась в два этапа. На первой стадии кластеризации из каждого кластера убирались выбросы. Выбросами считались 1% точек наиболее далеко отстоящих от центра кластера. На второй стадии для оставшихся точек еще раз применялся метод  $\text{mean shift}$ . Тестирование нашего алгоритма мы проводили на искусственных записях нейронной активности, содержащие зашумленные импульсы разных форм. Набор данных был предложен в (Quiroga et. al 2004) и доступен по адресу в интернете [www.vis.caltech.edu/~rodri](http://www.vis.caltech.edu/~rodri).

### SOLUTION OF AUTOMATIC SPIKE SORTING PROBLEM WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Mysin I.E.

Institute of Theoretical and Experimental Biophysics RAS, Pushchino, Moscow region, Russia, imysin@mail.ru

Spike sorting is task of detection and clustering action potentials (AP) of different neurons at extracellular recording of their electrical activity. Research of the functions of neurons need measuring the activity of each individual neuron. Most existing techniques sorting AP enable classify their sources and isolate individual neurons with rather high accuracy. However, these methods are usually complicated and time-consuming, associated with the selection of empirical parameters, require mathematical knowledge and the availability of practical experience, that enable to produce mistakes in data processing. In this work we propose a simple method of automatically separating AP based on the usage of artificial neural networks. The proposed algorithm consists of three stages. The first step is the selection of the AP from signal by thresholding. In this study, we used the previously proposed approach in the literature (Quiroga et al 2004). Approach to establishing the threshold  $th = 4 * \text{median} (|x| / 0,6745)$ , where  $th$  is threshold value,  $\text{median}$  is median,  $x$  is signal. The local maxima of the signal larger than the threshold are considered by the central spike values. Next we take for processing the signal around the central point with window of 5 ms (2ms before of the central value and 3 ms after). At the second stage, data compression of each spike is completed by using a five-layer feed-forward neural network. The first, second, fourth and last layers contain the amount of artificial neurons corresponding to the number of points selected for each spike, the third layer comprises 10 neurons. As input data for network we use data obtained in the previous step without any preprocessing. The network was trained by backpropagation how autoencoder, ie the potential actions of the data coded in themselves. After the achievement of the learning criterion (square error less than 0.01), we use the output of the third layer as feature of spikes. On the third phase, we performed clustering the resulting vectors using  $\text{mean shift}$  method, clustering was performed in two stages. On the first step we delete outliers from each cluster. The outliers were 1% of the points most widely separated from the cluster center. On the second step the remaining points method used again  $\text{mean shift}$ . Testing our algorithm we carried on artificial neural activity records that contain noisy spikes with different forms. The dataset has been proposed (Quiroga et. Al 2004) and is available at the following address in Internet [www.vis.caltech.edu/~rodri](http://www.vis.caltech.edu/~rodri).

### ТЕХНОЛОГИИ ПОТЕНЦИРОВАНИЯ ФИЗИОБАЛЬНЕОТЕРАПИИ В КОРРЕКЦИИ ПОГРАНИЧНЫХ ПСИХИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ НА САНАТОРНО-КУРОРТНОМ ЭТАПЕ

Назарова Е.В., Крадинова Е.А.

Учреждение Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, Медицинская академия имени С.И. Георгиевского, г. Симферополь, Республика Крым, Россия, [kat-koginova@rambler.ru](mailto:kat-koginova@rambler.ru)

Пролонгированная психотравма оказывает фрустрирующее воздействие на психику родителей, воспитывающих детей больных ДЦП, что усиливает невротические и соматические проявления.

Цель исследования: оценить технологии потенцирования физиобальнеотерапии в коррекции пограничных психических расстройств у родителей, воспитывающих детей больных ДЦП.

Материал и метод: объект исследования – 95 родителей, воспитывающих детей больных ДЦП. Экспериментальная база исследования – клинический санаторий «Приморье для детей с родителями» г. Евпатория, где проводилась санаторно-курортная реабилитация детей с заболеваниями нервной системы.

Результаты и их обсуждение. В процессе исследования уточнен характер вариантов личностных деформаций и определен выбор психотестов и средств, направленных на оказание коррекционной помощи родителям. Разработана программа медико-психосоциальной реабилитации с ориентацией на семью пациента, а также с применением дифференцированных методик бальнеоароматерапии с растительными экстрактами «Розмарин» и «Валериана» (продукция фирмы «Spitzner»), низкоинтенсивная магнитотерапия, психотерапия.

Для коррекции невротических и соматоформных расстройств, применяли психотерапевтическое потенцирование при проведении бальнеотерапии и транскраниальной магнитотерапии.

Выводы. Предложенные методики физиобальнеолечения способствовали эффективной коррекции невротических и соматоформных расстройств, что проявлялось эмоциональной устойчивостью, нормализацией артериального давления, самочувствия, тонуса вегетативной нервной системы, снижением периферического сосудистого сопротивления, тревожности с эффектом последствия процедуры (по данным катамнеза). Большой арсенал технологий медицинской реабилитации на Евпаторийском курорте позволяет оказывать воздействия на различные патогенетические звенья заболевания, повышать эффективность лечения больных с невротическими проявлениями, что значительно улучшает качество жизни.

### **TECHNOLOGY IN CORRECTION PHYSIOBALNEOTHERAPY OF BORDERLINE MENTAL DISORDERS AT THE HEALTH RESORT STAGE**

**Nazarova E.V., Kradinova E.V.**

Crimean Federal University named after Vernadsky,  
Medical Academy named after S.I. Georgievskij, Simferopol,  
Republic of Crimea, Russia, [kat-koginova@rambler.ru](mailto:kat-koginova@rambler.ru)

Prolonged psychological trauma has a frustrating influence on the psyche of parents raising children with cerebral palsy, which reinforces neurotic and somatic symptoms.

Aim of the study: to evaluate possible methods of physio-balneotherapy in correction of borderline mental disorders in parents raising children with cerebral palsy.

Materials and methods: 95 families with disabled children. Experimental base of the study was rehabilitation department of clinical sanatorium of JSC "Primorye for parents with children" (Evpatoria), where complex sanatorium-resort treatment of children with cerebral palsy (CP) was conducted.

Methods: Clinical, psychodiagnostic, statistics.

Results and discussion. In research process nature of the variants of personal deformations was clarified and choice of psychotest and funds aimed at providing correctional assistance to parents was determined. The program of medical and psychosocial rehabilitation with a focus on the family of the patient, as well as with application of differentiated procedures balneoaromaterapii with plant extracts "Rosemary" and "Valerian" (firm "Spitzner" products), lower intensity magnetic therapy, psychotherapy were developed.

For correction of neurotic and somatoform disorders we applied psychotherapeutic potentiation in conducting balneotherapy and transcranial magnetic therapy.

Conclusions. Proposed methods of physio-balneotherapy contributed to effective correction of neurotic and somatoform disorders, that manifested in emotional stability, normalization of blood pressure, health, autonomic nervous system tone, decreased peripheral vascular resistance, anxiety with the aftereffects of the procedure (according to catamnesis). A large arsenal of technologies of medical rehabilitation at the Evpatoria resort allows you to affect different pathogenetic links of the disease, to increase the effectiveness of treatment of patients with neurotic manifestations, which significantly improves the quality of life.

### **СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫЕ СОСТОЯНИЯ ЖИТЕЛЕЙ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Наймушина А.Г.<sup>1</sup>, Янтимирова Р.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тюменский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Тюмень, Россия; [all6239@vandex.ru](mailto:all6239@vandex.ru)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет», г. Тюмень, Россия; [110110tmn@mail.ru](mailto:110110tmn@mail.ru)

В ходе многолетних научных исследований, посвященных проблемам адаптации человека к условиям хронического стресса выявлена высокая распространенность стресс-индуцированной артериальной гипертензии и пограничных психических расстройств (неврозов) у лиц активного трудоспособного возраста (128,4% – у женщин и 126,7% – у мужчин). У женщин на первом месте были неврозы (58,6%), а распространенность артериальной гипертензии составила 37,7%, астенические состояния – 32%. У мужчин наблюдали преимущественно артериальную гипертензию – 84%. При изучении механизмов адаптации к условиям Севера у здоровых лиц и пациентов с дисфункциями бронхолегочной и сердечно-сосудистой систем выявили существенное снижение качества жизни в виде высокой тревожности.

Анализ параметров психофизиологической сферы и состояния сердечно-сосудистой системы у 32 военнослужащих мужчин показал высокую корреляцию между генетической предрасположенностью, отягощенным семейным анамнезом и осложнениями сердечно-сосудистых заболеваний. У 37 военнослужащих мужчин со стресс-индуцированной артериальной гипертензией на фоне хронического стресса наблюдали благоприятное течение заболевания и высокую приверженность к лечению. При изучении влияния психоэмоциональных и психосоциальных факторов риска развития сердечно-сосудистых

заболеваний у жителей села выявили низкую приверженность к обследованию и лечению у данной категории респондентов. Анализ историй болезни и амбулаторных карт пациентов, госпитализированных с первичным диагнозом «Острый коронарный синдром» показал отсутствие провоцирующей роли психологического стресса у 50 пациентов. У неработающего мужчины 26 лет на фоне высокой тревожности диагностировали синдром Да Коста.

Таким образом, не вызывает сомнения роль психологического напряжения и эффекта рабочей нагрузки в реализации кардиоваскулярной патологии, в частности стресс-индуцированной артериальной гипертензии у городских жителей. Прямых доказательств, влияния хронического психоэмоционального напряжения в патогенезе острого коронарного синдрома у жителей села выявлено не было.

### **STRESS-INDUCED STATE OF INHABITANTS OF THE SOUTH TYUMEN REGION**

<sup>1</sup>Naymushina A.G., <sup>2</sup>Yantimirova R.A.

<sup>1</sup>Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia; [all6239@yandex.ru](mailto:all6239@yandex.ru)

<sup>2</sup>Tyumen State University, Tyumen, Russia; [110110tmn@mail.ru](mailto:110110tmn@mail.ru)

In the course of many years of research on the problems of human adaptation to chronic stress revealed a high prevalence of stress-induced hypertension and borderline mental disorders (neuroses) in active working age (128,4‰ women and 126,7‰ men). Women in the first place were neuroses (58,6‰), and the prevalence of hypertension was 37,7‰, asthenic conditions – 32‰. The men watched mostly hypertension – 84 ‰. In the study of the mechanisms of adaptation to northern conditions in healthy subjects and patients with dysfunction of bronchopulmonary and cardiovascular systems revealed a significant reduction in the quality of life in the form of high anxiety.

Analysis of psychophysiological parameters and scope of the cardiovascular system in 32 military men showed a high correlation between genetic predisposition, family history and complications of cardiovascular disease. In 37 military men with stress-induced hypertension on the background of chronic stress observed a favorable course of the disease and high adherence. In studying the effect of psycho-emotional and psychosocial risk factors for cardiovascular disease among residents of the village have revealed a low adherence to screening and treatment in this group of respondents. Analysis of case histories and outpatient cards, hospitalized with a primary diagnosis of "acute coronary syndrome" showed no provocative role of psychological stress in 50 patients. At 26 years of idle men on the background of high anxiety syndrome diagnosed Da Costa.

Thus, there is no doubt the role of psychological stress and workload effect in the implementation of cardiovascular disease, such as stress-induced hypertension in urban residents. No direct evidence, the effects of chronic emotional stress in the pathogenesis of acute coronary syndrome was identified among the villagers.

### **МИГРАЦИЯ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ КРЫС ПРИ ИХ СТЕРЕОТОКСИЧЕСКОЙ ТРАНСПЛАНТАЦИИ: В ИНТАКТНОМ МОЗГЕ И В УСЛОВИЯХ ОСТРОЙ ФОКАЛЬНОЙ ИШЕМИИ**

**Наместникова Д.Д., Губский И.Л., Габшвили А.Н., Мельников П.А., Войтковская К.С., Сухинич К.К., Витушев Е.Я., Бурунова В.В., Ярыгин К.Н., Губский Л.В**

Кафедра фундаментальной и клинической неврологии и нейрохирургии МБФ РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия; [dadnam89@gmail.com](mailto:dadnam89@gmail.com)

Клеточная терапия с использованием мезенхимальных стволовых клеток (МСК) относится к инновационным биомедицинским технологиями регенеративной медицины. Трансплантация МСК показала хорошие терапевтические результаты на многих экспериментальных моделях заболеваний, а также у людей во время первых фаз клинических испытаний. Дальнейшие исследования в данной области направлены на выявления молекулярных механизмов, лежащих в основе положительного терапевтического действия, и потенциальных побочных эффектов клеточной терапии. Для решения данной задачи необходима долгосрочная прижизненная визуализация трансплантированных клеток.

Нами были изучены процессы миграции мезенхимальных стволовых клеток (МСК) в здоровом головном мозге и на модели острой фокальной ишемии у крыс при их стереотаксическом введении в контралатеральное полушарие. Для этого была использована двойная метка на основе комбинации микросфер оксида железа и флуоресцентной меткой для визуализации МСК с помощью МРТ, а также последующего гистологического исследования. В эксперимент вошли три группы животных: группа со стереотаксическим введением в стриатум меченых МСК (n=13); с моделированием острой фокальной ишемии методом окклюзии средней мозговой артерии (СМА) (n=15); группа с моделированием фокальной ишемии и трансплантации через 24ч МСК в контралатеральное зоне инфаркта полушарие (n=15). Всем крысам через 24 ч, на 7-е и 14-е сутки после трансплантации было выполнено МРТ головного мозга с последующим гистологическим исследованием.

В интактном головном мозге и у крыс с фокальной ишемией наблюдалась миграция МСК вдоль сосудов и по мозолистому телу. Кроме того, в обеих группах была выявлена миграция в субвентрикулярную зону в полушарии введения; у крыс с инфарктом мозга миграция происходила активнее. Мы также наблюдали положительный терапевтический эффект от клеточной терапии по сравнению с контрольной группой (без введения МСК) – в виде улучшения неврологического статуса и данных поведенческих тестов.

Полученные данные позволяют предположить опосредованный механизм терапевтического механизма действия МСК, так как положительные клинические эффекты наступали раньше, чем МСК мигрировали из зоны их стереотаксического введения.

## MESENCHYMAL STEM CELLS MIGRATION IN RAT BRAIN AFTER STEREOTAXIC TRANSPLANTATION: IN NORMAL BRAIN AND WITH ACUTE FOCAL ISCHEMIA

Namestnikova D.D., Gubskiy I.L., Gabashvili A.N., Melnikov P.A., Woitkowskaya K.S., Sukhinich K.K., Vitushev E.Ya., Burunova V.V., Yarygin K.N., Gubsky L.V.

Department of Fundamental and Clinical Neurology and Neurosurgery, RNRMU, Moscow, Russia;  
dadnam89@gmail.com

Cell therapy using mesenchymal stem cells (MSCs) refers to an innovative biomedical technologies of regenerative medicine. MSCs transplantation has been shown good therapeutic results in many experimental models of diseases as well as in humans during the first phase of clinical trials. Further research in this area of science aimed to clarify molecular mechanisms underlying beneficial effects of cell therapy and their possible side effects. Therefore, reliable and long-term in vivo tracking of transplanted stem cells is required.

In our research migration of mesenchymal stem cells (MSCs) was studied in intact rat brain and in rats with middle cerebral artery occlusion and subsequently intracerebral transplantation of MSCs. We used double labelling of MSCs: combination of iron oxide microspheres and a fluorescent label for imaging MSCs using MRI, as well as the subsequent histological examination. Three groups were include in the experiment: group with stereotaxic transplantation of labelled MSCs in intact brain (n = 13); group with acute focal ischemia by occlusion of the middle cerebral artery (MCAO) (n = 15); group with MCAO and transplantation MSCs into contralateral to infarction hemisphere (n = 15) in 24h after MCAO. MRI was performed after transplantation on 1<sup>st</sup>, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> with subsequent histological examination.

In intact brain and in rats with focal cerebral ischemia MSCs migration was observed along the blood vessels and corpus callosum. In addition, in both groups migration was detected toward subventricular zone in hemisphere of transplantation, in rats with ischemia migration was more active. We also observed positive effects of cell therapy compared with the control group (no administration of MSCs) – the improvement of neurological status and positive behavioral tests.

Obtained data suggests that MSCs could have indirect mechanism of therapeutic action, because positive clinical effect occurs before MSCs started their migration from the site of transplantation.

## ТЕОРИИ КОНСОНАНСА И ДИССОНАНСА В МУЗЫКЕ. ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР

А.А. Насретдинов<sup>1</sup>, М.А. Стефанович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Москва, МФТИ, [anasretdinov@yandex.ru](mailto:anasretdinov@yandex.ru); <sup>2</sup>Санкт-Петербург, Россия, [marg.stefanovich@yandex.ru](mailto:marg.stefanovich@yandex.ru)

Консонанс и диссонанс – термины, обозначающие качество слуховых ощущений при восприятии музыкальных созвучий. Более гладкое, слитное звучание определяется как «консонанс». Есть по крайней мере две составляющие, требующие отдельного исследования: звучащий объект и воспринимающий эти звуки субъект. Также следует исследовать понятие «звука», особенности передающей среды, свойства субъекта: слуховую систему, нейрофизиологию передачи слуховых ощущений, формирование слуховых образов в головном мозге и т.д.

Теория Пифагора (VI век до н.э.). Если частоты (длины струн с одинаковым натяжением) звуков музыкального интервала соотносятся как небольшие целые числа, то такие музыкальные интервалы звучат консонансно. Интервалы по убыванию степени консонансности располагаются в следующем порядке: уна (отношение частот 1/1), октава (2/1), квинта (3/2), кварта (4/3). Интервалы и числа образуют знаменитый тетрааксис Пифагора: 6:8:9:12, здесь 8 и 9 – среднее арифметическое и среднее гармоническое между 6 и 12 (октава), квинта и кварта. Аналогичный тетрааксис мы можем видеть в древнекитайском музыкальном строе Люй-Люй (император Хуан Ди, около III тысячелетия до н.э.), музыкальных строях Древнего Египта, Междуречья и Древней Индии. Теория «основного баса» музыканта Жана-Филиппа Рамо (XVII век). Основной бас – воображаемый звук, приписываемый некой комбинации звуков. Ясно слышен основной бас – консонанс, неясно слышен – диссонанс. Более консонансны те сочетания звуков, частоты которых лежат внизу гармонического ряда. Теория легко объясняет консонансность октавы, квинты, кварты. Объясняет консонансность мажорного трезвучия с отношением частот 4:5:6. Однако она плохо объясняет консонансность минорного трезвучия 4:4,8:6. Третью теорию сформулировал чистом виде физик Герман Людвиг Фердинанд Гельмгольц (XIX век). При воспроизведении интервалов, созвучий возникают биения между основными тонами и/или между обертонами. Более консонансными нам кажутся такие сочетания звуком, когда мы не замечаем биений. Консонансность-диссонансность созвучия существенно зависит от тембра (спектра) звуков, от наличия в звуках тех или иных обертонов. Теория Гельмгольца, однако, не может объяснить почему в нижнем, среднем и верхнем диапазоне рояля секунды звучат совершенно по-разному.

Теория биофизика Дьёрдь фон Бекеша (XX век). Исследуются свойства базиллярной мембраны улитки человека, «критические полосы». Наибольшее ощущение диссонанса между сочетаниями звуков возникает в районе 0,2-0,4 ширины «критической полосы». Теория Бекеша позволяет объяснить очень многие экспериментальные факты. Однако, она является полуэмпирической. Современную теорию, предложенную М.А. Стефанович, мы рассмотрим в отдельной статье.

## THE THEORIES OF CONSONANCE AND DISSONANCE IN MUSIC. THE HISTORIC REVIEW Nasretdinov A.<sup>1</sup>, Stefanovich M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MIPT (Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia), [anasretdinov@yandex.ru](mailto:anasretdinov@yandex.ru)

<sup>2</sup>Engineer of radio technology (St. Petersburg, Russia), [marg.stefanovich@yandex.ru](mailto:marg.stefanovich@yandex.ru)

The terms consonance and dissonance denote the quality of auditory sensations in the process of musical combinations. More smooth, fused sound is defined as a consonance. The definition implies, there are at least two components that require separate research: an object that produce sounds and a subject who perceives these sounds. You should also investigate what do you actually mean "sound", characteristics of this subject: auditory

system, the neurophysiology of the auditory sensations transmission, the production of auditory images (gestalt) in the brain, etc.

The theory of Pythagoras (VI century BC). If the frequencies of sounds (lengths of strings with the same tension) of a musical interval correspond as small integer ratios, such musical intervals sound consonantly. The intervals are arranged in the following order in accordance with descending degree of consonance: unison (frequency ratio 1/1), octave (2/1), perfect fifth (3/2), perfect fourth (4/3). Intervals and ratios form the famous Pythagorean tetractys: 6: 8: 9: 12, where 8 and 9 are the arithmetical and harmonic average between 6 and 12 (octave), perfect fourth and perfect fifth intervals. Similar tetractys we can see in the ancient Chinese musical system Lu-Lu (Emperor Huang Di, about the III millennium BC), musical scales of ancient Egypt, Mesopotamia and ancient India. The "principal bass" by Jean-Philippe Rameau (XVII century). The main bass is an imaginary sound, attributed to some combination of sounds. If the main bass is clearly heard that is the consonance, if not clear – the dissonance. The combinations of sounds whose frequencies located at the bottom of the harmonic series are more consonant. This theory easy to explain the consonance of an octave, a perfect fourth, fifth, etc. It also explains the major triad consonance with the frequency ratio 4: 5: 6, but improperly explains the consonance of minor triad 4:4,8:6. The third theory was formulated by a physicist Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz (XIX century). When musical interval, combinations of sounds, are produced there arise beatings between the main tones and/or between overtones. Consonance vs dissonance of a sound combination essentially depends on the timbre (spectrum) of sounds, of the presence of certain overtones in the sounds. However, the Helmholtz's theory fails to explain why in the lower, middle and upper piano ranges seconds sound completely different. The biophysicist Georg von Békésy (XX century) created the fourth original theory. His theory is based on the characteristics of the basilar membrane of the human cochlea, "critical bands". The greatest sense of dissonance between the combinations of sounds occurs in the region of 0.2-0.4 width of the "critical band". The theory of Békésy helps us to explain many facts obtained in the experiments. However, it is a semi-empirical one. The modern theory proposed M.A. Stefanovic will be discussed in a separate article.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАКРОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ПРОТОННОЙ ФРАКЦИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КонтРАСТА ТКАНЕЙ МОЗГА В УЛЬТРА-ВЫСОКИХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ.**

**Наумова А.В.<sup>1,2</sup>, Акулов А.Е.<sup>3</sup>, Ромащенко А.В.<sup>3</sup>, Шевелев О.Б.<sup>3</sup>, Ходанович М.Ю.<sup>2</sup>, Ярных В.Л.<sup>1,2</sup>**  
<sup>1</sup>Университет Вашингтона (Сиэтл, США). <sup>2</sup>НИИ Биологии и Биофизики Томского государственного университета (Томск, Россия). <sup>3</sup>Институт ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, Россия). nav@uw.edu

Целью данного исследования была адаптация трехмерного картирования макромолекулярной протонной фракции (МПФ) как анатомического количественного метода для характеристики тканей мозга мелких лабораторных животных в сверхвысоких магнитных полях. Эксперименты были проведены на четырех половозрелых крысах-самцах линии Вистар под изофлурановым наркозом на сканере Bruker BioSpec с индукцией магнитного поля 11.7 Тесла. С целью выявления особенностей поведения параметров двухкомпарментной модели переноса намагниченности в сверхвысоких магнитных полях были получены Z-спектроскопические изображения мозга с использованием трехмерной импульсной последовательности градиентное эхо с градиентным и радиочастотным спойлингом и внрезонансным радиочастотным насыщением. Все изображения были получены с пространственным разрешением 200x200x400 мкм<sup>3</sup> и полем зрения 34\*30\*16 мм, обеспечивающим визуализацию всего мозга крысы. Для демонстрации уникальных возможностей генерации тканевого контраста с высоким пространственным разрешением трехмерные МПФ карты были получены с использованием трех последовательностей обеспечивающих взвешивание по переносу намагниченности, протонной плотности и T1 на основе быстрого одно-точечного метода с синтетическим референтным изображением с однородным разрешением 170 мкм. Было показано, что быстрый метод картирования МПФ может успешно применяться в сверхвысоких магнитных полях с учетом более длинных времен продольной релаксации при ограничении параметров алгоритма реконструкции. Метод картирования МПФ позволил получить более высококонтрастные изображения белого и серого вещества мозга крысы (75% контраст) по сравнению со стандартными МРТ методами. Данной исследование явилось первым применением трехмерного картирования МПФ картирования для количественного изображения структур мозга в ультра-высоких магнитных полях. МПФ значения полученные на магните 11.7Т количественно не отличаются от значений МПФ в низких полях, что подтверждает независимость метода от величины напряженности магнитного поля.

*Исследование выполнялось при поддержке Российского научного фонда (проект №14-45-00040).*

#### **APPLICATION OF MACROMOLECULAR PROTON FRACTION AS METHOD FOR IMPROVEMENT OF BRAIN TISSUE CONTRAST IN ULTRA-HIGH MAGNETIC FIELDS**

**Naumova A.V.<sup>1,2</sup>, Akulov A.E.<sup>3</sup>, Romashchenko A.V.<sup>3</sup>, Shevelev O.B.<sup>3</sup>, Khodanovich M.Y.<sup>2</sup>, Yarnykh V.L.<sup>1,2</sup>**  
<sup>1</sup>University of Washington (Seattle, USA). <sup>2</sup>Research Institute of Biology and Biophysics, Tomsk State University (Tomsk, Russia). <sup>3</sup>Institute of Cytology and Genetics the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia). nav@uw.edu

The objective of this study was to adopt fast 3D macromolecular proton fraction (MPF) mapping as anatomical and quantitative neuroimaging modality for small animal applications in ultra-high magnetic fields for characterization of brain tissue. Four adult male Wistar rats were imaged under isoflurane anesthesia on an animal MRI scanner with 11.7 Tesla magnetic field strength (Bruker BioSpec, Germany). For the purpose of characterizing the behavior of parameters of the two-pool magnetization transfer model in ultra-high magnetic fields, brain Z-spectroscopic images were obtained using a three-dimensional (3D) gradient echo (GRE) sequence with off-resonance saturation and radiofrequency and gradient spoiling. All images were acquired with resolution of 200x200x400 μm<sup>3</sup> and field of view 34\*30\*16 mm enabling whole-brain coverage. To demonstrate unique capabilities of MPF maps in achieving high-contrast and high-resolution imaging of the rodent brain anatomy,

3D MPF maps were obtained from three source images (MT-, PD-, and T<sub>1</sub>-weighted) with isotropic 170 μm resolution using the fast single-point method with the synthetic reference image. It has been demonstrated that fast MPF mapping can be successfully used in ultra-high magnetic fields with consideration of longer longitudinal relaxation times in constraining parameters of the reconstruction algorithm. MPF showed notably superior tissue contrast compared to other parametric maps, as indicated by 75 percentage differences between white and gray matter. This study demonstrates the first application of fast 3D MPF mapping for high-resolution quantitative neuroimaging in ultra-high magnetic fields and indicates that MPF provides the most effective source of brain tissue contrast. MPF values at 11.7T were similar to those at lower field strengths, thus confirming field independence of MPF.

*Acknowledgments: Russian Scientific Foundation (project №14-45-00040).*

### АЛЛОСТЕРИЧЕСКАЯ МОДУЛЯЦИЯ АКТИВНОСТИ α-АДРЕНорецепторов АТРОПИНОМ И КАРБАХОЛОМ В МЕМБРАНАХ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС.

Нестерова Л.А., Бойко О.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии развития РАН, Москва, Россия. nesterovala@idbras.ru

На мембранах коры головного мозга крыс исследовали влияние активации и ингибирования мускариновых холинорецепторов на связывание специфических неселективных антагонистов α<sub>1</sub>- и α<sub>2</sub>-адренорецепторов [3H]празозина и [3H]RX821002. Лиганд-рецепторное взаимодействие обоих подтипов адренорецепторов соответствовало математической модели, выявляющей гомогенный по аффинности пул рецепторов с двумя специфическими местами связывания лиганда. Параметры связывания [3H]празозина в контроле составили: K<sub>d</sub>=1.56±0.17 нМ, B<sub>max</sub>=30.25±1.78 фмоль/мг белка, n=2; для [3H]RX821002 – K<sub>d</sub>=1.94±0.08 нМ, B<sub>max</sub>=12.77±3.17 фмоль/мг белка, n=2. Чувствительность обоих подтипов адренорецепторов (K<sub>d</sub>) была приблизительно одинакова (1.56±0.17 и 1.94±0.08 нМ соответственно), но концентрация α<sub>2</sub>-адренорецепторов – в два раза ниже (30.25±1.78 и 12.77±3.17 фмоль/мг белка). Эффективность связывания лигандов (E=B<sub>max</sub>/2K<sub>d</sub>) α<sub>1</sub>- и α<sub>2</sub>-рецепторами различалась в 2,3 раза (7.46±1.32 и 3.29±0.68 фмоль/мг белка/нМ).

При активации и ингибировании мускариновых холинорецепторов связывание радиоактивного лиганда с α<sub>1</sub>-адренорецепторами происходило по такой же модели, как и в контроле, но при n=1. На фоне атропина чувствительность α<sub>1</sub>-адренорецепторов к [3H]празозину снизилась более чем в два раза (K<sub>d</sub>=3.52±0.36 нМ), а их концентрация – на 36% (B<sub>max</sub>=19.45±1.46 фмоль/мг белка). Под влиянием карбахола сродство α<sub>1</sub>-адренорецепторов к лиганду не уменьшалось, а количество активных рецепторов понизилось также как на фоне действия атропина.

Ингибирование мускариновых холинорецепторов атропином привело к снижению величины константы диссоциации и плотности α<sub>2</sub>-адренорецепторов на 30% и 20%, соответственно. Общий характер взаимодействия лиганда с α<sub>2</sub>-адренорецепторами не изменился. В результате эффективность связывания лиганда повысилась на 73%. Карбахол также не влиял на общий характер связывания лиганда [3H]RX821002 с рецепторами. Специфическая чувствительность и количество адренорецепторов возросли на 20 и 30%, соответственно. В результате под влиянием атропина и карбахола эффективность связывания лиганда увеличилась в два раза.

Предполагается, что α<sub>1</sub>- и α<sub>2</sub>-адренорецепторы в мембранах головного мозга крыс существуют в виде димеров. Модулирующее действие атропина и карбахола на связывание специфического антагониста α<sub>1</sub>-адренорецепторами проявляется в мономеризации α<sub>1</sub>-адренорецепторов и торможении связывания [3H]празозина, тогда как аффинность α<sub>2</sub>-адренорецепторов и эффективность связывания специфического антагониста [3H]RX821002 α<sub>2</sub>-адренорецепторами повышаются.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-04-0084.*

### ALLOSTERIC MODULATION OF α-ADRENOCEPTOR ACTIVITY BY ATROPINE AND CARBACHOL IN RAT BRAIN CORTEX MEMBRANES

Nesterova L.A., Boiko O.V.

Koltzov institute of developmental biology of Russian academy of sciences, Moscow, Russia, nesterovala@idbras.ru

The influence of muscarinic cholinergic receptor activation and inhibition on the binding of specific nonselective α<sub>1</sub>- and α<sub>2</sub>-adrenoceptor antagonists [<sup>3</sup>H]prazosin and [<sup>3</sup>H]RX821002 was studied in rat cerebral cortex membranes. Ligand-receptor interaction for both subtypes of α-adrenoceptors corresponded to the mathematical model revealing an affinity-homogenous pool of receptors with two specific ligand-binding sites. The parameters of [<sup>3</sup>H]prazosin binding in the control experiments amounted to K<sub>d</sub>=1.56±0.17 нМ, B<sub>max</sub>=30.25±1.78 фмоль/мг белка, n=2; those for [<sup>3</sup>H]RX821002 were K<sub>d</sub>=1.94±0.08 нМ, B<sub>max</sub>=13.37±1.75 фмоль/мг белка, n=2. The sensitivity (K<sub>d</sub>) of both adrenoceptor subtypes appeared to be about the same (1.56±0.17 and 1.94±0.08 нМ, respectively), but the α<sub>2</sub>-adrenoceptor concentration was twofold lower (30.25±1.78 and 12.77±3.17 фмоль/мг белка). The effectiveness of the ligand binding (E=B<sub>max</sub>/2K<sub>d</sub>) by α<sub>1</sub>- and α<sub>2</sub>-adrenoceptors differed 2.3-fold (7.46±1.32 and 3.29±0.68 фмоль/мг белка).

When muscarinic cholinergic receptors were inhibited or activated, the binding of the radiolabeled ligand to α<sub>1</sub>-adrenoceptor occurred according to the same model as in control experiments, but n=1. In the presence of atropine the affinity of α<sub>1</sub>-adrenoceptors to [<sup>3</sup>H]prazosin decreased more than twofolds (K<sub>d</sub>=3.52±0.36 нМ) and the concentration of active receptors was lowered by 36% (B<sub>max</sub>=19.45±1.46 фмоль/мг белка). Exposure to carbachol did not reduce the affinity of adrenoceptors, the concentration of the active receptors decreased as well as in presence of atropine.



The inhibition of muscarinic cholinergic receptors by atropine decreased the value of dissociation constant and density of  $\alpha_2$ -adrenoceptors by 30% and 20%, respectively. The main character of interaction was not altered. Hence, the efficiency of the ligand binding was increased by 73%. Carbachol did not change the main character of [ $^3$ H]RX821002 binding to the receptors as well. The specific sensitivity and the number of adrenoceptors were elevated by 20 and 30%. As a result, under the influence of atropine and carbachol the ligand binding efficiency increased twofolds.

The data suggest that  $\alpha_1$ - and  $\alpha_2$ -adrenoceptors in rat cerebral cortex exist as dimers. The modulatory effects of atropine and carbachol on the specific antagonist binding to  $\alpha_1$ - adrenoceptors are manifested in monomerisation of the  $\alpha_1$ -adrenoceptors and inhibition of [ $^3$ H]prazosine binding, while the affinity of  $\alpha_2$ -adrenoceptors and binding efficiency of the specific antagonist [ $^3$ H]RX821002 are increased.

## **НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Нестерова М.А.**

Киевский Национальный Педагогический Университет имени М.П. Драгоманова,  
Киев, Украина [marja@nesterova.com.ua](mailto:marja@nesterova.com.ua)

Особая важность применения нейротехнологий в обучении объясняется возросшей необходимостью формирования эффективного мышления в условиях неопределенности, в частности, эффективного принятия решений. Нейротехнологии предоставляют необходимые средства для решения этой задачи: например, возможность в режиме реального времени не только отслеживать, но и влиять на реальный процесс принятия решений. Причем, актуализируется компетенция принятия не индивидуальных, а групповых решений, поэтому технологии обучения должны осуществлять подготовку к командной работе с помощью включения в коллективные проекты. Поэтому одним из важных фокусов современных технологий обучения является диагностика и корректировка межличностных взаимоотношений, сам процесс формирования эмоциональных связей. Для этого, например, в бизнес-обучении, используют практику имитации реальных ситуаций. С помощью нейротехнологий можно не только этот процесс симуляции сделать максимально реальным, но и отслеживать в реальном времени сам процесс принятия решений, степень эмоциональной включенности и т.п. Так, например, продукт японской компании Neurowear «кошачьи ушки» Necomimi, которые реагируют на подлинное эмоциональное состояние владельца (и делают его очевидным всем окружающим) – это реальность уже сегодняшнего, а не завтрашнего дня [2]. Насколько этически применение механизмов биологической обратной связи, хотя бы и для благих целей обучения – вот один из вызовов современного общества. Тем более, что следующим шагом станет разработка нейроинтерфейсов, которые уже сейчас используются для усиления некоторых когнитивных функций (зрения, слуха, памяти и т.п.). К области ближайших перспектив информационного общества можно отнести создание нейроморфных когнитивных систем, которые еще больше сблизят человека и окружающую его информационную среду. Кроме того, это значит, что нейротехнологии обучения не обязательно будут использоваться только для биологического, человеческого интеллекта. Технологии Deep Learning – как способ обучения с подкреплением позволяют эффективно принимать решения обучаемым рекуррентным нейронным сетям в условиях неопределенности, в том числе и для сложных систем человек-компьютер [1].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бурцев М. Наше время – “золотая лихорадка” для нейронных сетей. Режим доступа: <http://www.neurotechnologies.ru/articles?id=96>
2. [www.neurowear.net](http://www.neurowear.net)

## **NEUROTECHNOLOGIES IN EDUCATION: CHALLENGES AND PERSPECTIVES**

**Nesterova M.A.**

Kyiv National Pedagogical Dragomanov University, Kiev, Ukraine. [marja@nesterova.com.ua](mailto:marja@nesterova.com.ua)

The most promising areas are in the field of forming of effective thinking, effective decision-making, therefore the use of neurotechnologies in education is especially important. Neurotechnologies provides the necessary tools for this task: for example, the ability of not only monitoring, but impacting on to the actual decision-making process in real time. Moreover, the updated competence is not only individual, but group decision making, so education technologies should prepare for the team work through involvement in collective projects. So one of the important focus of contemporary learning technologies is diagnostics and correction of interpersonal relations, the process of forming emotional bonds. For example, in business education, practice simulating the actual situations. Neurotechnologies can not only simulate this situation but also can monitor in real time the decision-making process, the degree of emotional involvement, etc. The product of company Neurowear – “cat’s ears” Necomimi allow to monitor the real emotional state of the owner [2]. How ethical is this use of biofeedback mechanisms, albeit for good purposes of education – that’s one of the challenges of modern society. Especially because the next step will be to develop neural interfaces that are already used to enhance some cognitive functions (vision, hearing, memory, etc.). The perspective area of the information society – creation of neuromorphic cognitive systems (neural nets) that further bring together the human and the surrounding information environment. In addition, this means that neuro-training not necessarily used only to biological human intelligence. Deep Learning – as a way of reinforcement learning will allow effective decision making the learner recurrent neural networks under conditions of uncertainty, including for complex systems human computer [1].

### LITERATURE:

1. Burtsev M. Our time – “gold rush” for neural networks. The way of access: <http://www.neurotechnologies.ru/articles?id=96>
2. [www.neurowear.net](http://www.neurowear.net)

## РАЗЛИЧИЕ ФАЗОВЫХ СДВИГОВ ГРЕБЕНЧАТЫХ СПЕКТРОВ ЗВУКОВОГО СИГНАЛА НА ФОНЕ ШУМА

Нечаев Д.И., Милёхина О.Н., Супин А.Я.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им.  
А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия; [dm.nechaev@yandex.ru](mailto:dm.nechaev@yandex.ru)

В естественных условиях, как правило, целевой звуковой сигнал действует на фоне других звуков, которые по отношению к сигналу цели играют роль помехи (маскера). Представляет интерес, как маскировка скажется на различении частотных изменений в сложном спектре звукового сигнала. В качестве модели частотных изменений в сложном звуковом сигнале был выбран сдвиг фазы гребенчатого спектра. Такой сигнал имеет спектр с чередующимся набором максимумов и минимумов спектральной мощности. В данной работе использовали спектр плотности 3.5 цикл/окт, центрированный на частоте 2 кГц и интенсивностью 50 и 80 дБ УЗД. В качестве маскира использовали узкополосный шум в трёх положениях на частотной шкале относительно тест-сигнала: маскер ниже по частоте, маскер и тест-сигнал совпадают, маскер выше по частоте. Интенсивность маскирующего шума варьировали от 30 до 100 дБ УЗД. Для определения порога различения фазового сдвига спектра использовали психофизический метод двухальтернативного принудительного выбора в комбинации с методом лестницы.

Эффект маскировки при совпадающих по частоте маскере и тест-сигнале зависел в первую очередь от отношения интенсивностей маскера и тест-сигнала: при интенсивности тест-сигнала 50 и 80 дБ УЗД пороги различения сдвига фазы спектра увеличивались, начиная с отношения интенсивностей маскер/сигнал 0 дБ, сдвиг фазы спектра переставал различаться при отношении 10 дБ. В случае низкочастотного маскера эффект в большей степени зависел от абсолютного значения интенсивности маскирующего сигнала, а не от отношения интенсивностей. Как при интенсивности сигнала 50 дБ УЗД, так и при интенсивности сигнала 80 дБ УЗД порог различения фазового сдвига гребенчатого спектра увеличивался, начиная с интенсивности маскера 80 дБ УЗД. Полная маскировка наступала, когда интенсивность маскера достигала 100 дБ УЗД.

Высокочастотный маскер не оказывал воздействия на различение фазового сдвига гребенчатого спектра при интенсивности до 100 дБ УЗД.

Предложена модель, основанная на построении профилей возбуждения в слуховой системе, которая объясняет полученные закономерности.

## THE INFLUENCE OF NOISE ON HEARING SENSITIVITY TO SHIFTS OF RIPPLE SPECTRUM

Nechaev D.I., Milekhina O.N., Supin A.Ya.

Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences; Moscow, Russia;  
[dm.nechaev@yandex.ru](mailto:dm.nechaev@yandex.ru)

All natural sounds appear in a background of other sounds, which are maskers of the target signal. It is important to know how the auditory system detects and analyzes frequency variations of sounds spectrum of stimuli in background noise. The shift of ripple spectrum was used as a model of complex signal. The test signal had a band limited spectrum with bank of peaks and valleys of spectrum density. The central frequency of the signal spectrum was 2 kHz, the density was 3.5 cycle/oct. and intensity of the signal was 50 and 80 dB SPL. The masker had a band limited spectrum too. Three masker bands were used: below, on- and above the signal. Levels of maskers were varied from 30 to 100 dB SPL. A two-alternative forced-choice adaptive procedure with feedback was used.

The effect of the on-frequency masker mostly dependent on the masker/signal level ratio: at 50 and 80 dB SPL signals levels, the ripple-shift threshold increase at the masker/signal ratio of 0 dB, and the shift of spectrum could not be detected at the masker/signal ratio of 10 dB or higher. At the low-frequency masking, the effect mostly dependent on masker SPL, not the masker/signal ratio: at 50 and 80 dB SPL signals levels, the ripple-shift threshold increased at a masker of 80 dB SPL, and the shift of ripples could not be detected at the masker SPL of 100. The high-frequency masker produced no effect.

A model based on computation of excitation patterns was used for explanation these data.

## ПАРАДИГМА СУБЪЕКТНОСТИ В НЕЙРОФИЛОСОФИИ

Никитина Е.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский технологический университет» (МИРЭА), г. Москва, Россия; [nikitina@mirea.ru](mailto:nikitina@mirea.ru)

Субъект в современной философии – это конкретный телесный индивид, включенный в культуру и социум, имеющий биографию, связанный с другими людьми социальными, коммуникативными и иными отношениями. Субъект познает, отражает и конструирует мир, понимает и интерпретирует его, принимает решения, действует и достигает поставленных целей.

Свойство «быть субъектом» сформировалось у человека в процессе антропосоциогенеза как инструмент адаптации к изменчивой, непредсказуемой, вероятностной среде. «Быть субъектом» означает способность осуществлять синтез различной информации, поступающей из внешнего мира и внутреннего мира познающего человека, способность объединять информацию о прошлом, настоящем и будущем и превращать в знание, на основе которого осуществляется целеполагающая деятельность.

Парадигма субъектности в нейрофилософии находится на этапе своего становления и успехи данного направления исследований зависят от успехов в построении общей теории мозга и развитии комплексной методологии, способной эффективно объединить данные нейронаук, психофизиологии, психологии, медицины, философии. Системно-информационный подход является одним из эффективных методологических подходов в решении данного типа проблем.

Вместе с тем, для развития концепции субъекта в нейрофилософии важен философско-

методологический принцип единства индивидуального, коллективного (микросоциального) и социального (макросоциального) субъектов или, в другой формулировке, единства индивидуальных, коллективных и социальных когнитивных структур. Субъект-индивид – открытая система, взаимодействующая со средой: индивид субъективирует, сохраняет, воспроизводит коллективное, всеобщее социальное совокупное знание, опыт человеческой деятельности, одновременно поддерживая и развивая культуру и социум в процессе целеполагающей, преобразующей деятельности. Социум, являясь непосредственным фактором когнотенеза, выступает в качестве коллективного и социального субъектов.

### THE PARADIGM OF SUBJECTIVITY IN NEUROPHILOSOPHY

Nikitina E.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
"Moscow Technological University" (MIREA), Moscow, Russia, [nikitina@mirea.ru](mailto:nikitina@mirea.ru)

A human subject in modern philosophy is perceived as a concrete corporeal individual that is in-built in culture and society, possess a personalized biography, is associated with other people through social, communicative and other relations. The subject grasps, reflects and constructs a world, understands and interprets it, makes decisions, operates and reaches its own goals.

The property "to be a subject" has been shaped by human beings during anthropo-social evolution as a tool of adaptation to a volatile, unpredictable, probabilistic environment. "To be a subject," means ability to synthesize various information arriving from both external and internal environment, ability to combine information on past, present and future events and convert it into knowledge that serves as a basis for purpose-oriented activity.

Paradigm of subjectivity in neuro-philosophy is at a stage of formation. Achievements of this direction of studies depend upon achievements in forming the general theory of a brain and in developing complex methodology able to effectively combine data from neuro-sciences, psycho-physiology, psychology, medicine, philosophy. Systemic-informational approach is one of the effective methodological approaches to solution of this type of problems.

Philosophical-methodological principle of unity of individual, collective (micro-social) and social (macro-social) subjects is crucial for the development of the concept of "a subject" in neuro-philosophy. In other words, this is a principle of internal unity of individual, collective and social structures. Individual subject is an open system that interacts with environment: individual keeps, reproduces collective and comprehensive social knowledge, experience of the human activity, at the same time keeping and developing culture and society in process of teleological purpose-oriented activity. Society, being an immediate factor of cogno-genesis, acts as collective and social subjects.

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ У БОЛЬНЫХ МЫШЕЧНОЙ ДИСТРОФИЕЙ ДЮШЕННА

Никишина О.А., Соколова М.Г., Лобзин С.В.

Северно-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова Минздрава России,  
Санкт-Петербург, Россия

**Тема.** Мышечная дистрофия Дюшенна (МДД) считается одной из наиболее частых и злокачественных форм нервно-мышечной патологии детского возраста, является наследственной прогрессирующей мышечной дистрофией, характеризующейся ранним началом (в возрасте 1-3 года) в виде симметричной атрофии мышц. Вследствие дефекта гена, кодирующего белок дистрофин, происходит гибель миоцитов, что приводит к прогрессирующему нарушению двигательной активности детей. Моторные нарушения у части больных сочетаются с психокогнитивными расстройствами, генез которых недостаточно изучен.

**Цель исследования:** изучить особенности когнитивной сферы у больных мышечной дистрофией Дюшенна, путем проведения комплексного нейропсихологического тестирования.

**Материалы и методы исследования:** было обследовано 20 больных в возрасте от 7 до 17 лет с диагнозом МДД. Было проведено нейропсихологическое тестирование с использованием комплекса патопсихологических методик оценки когнитивных нарушений при эндогенной психической патологии. Для определения характера нейропсихологического дефицита у детей и подростков с МДД использовались методики направленные на исследование функции памяти, внимания и мышления. Подбор методик был адаптирован для данного контингента пациентов и осуществлялся с учетом имеющихся двигательных нарушений. В работу были включены 4 методики для исследования памяти: методика запоминания 10 слов; запоминание 9 геометрических фигур; отсроченное воспроизведение 10 слов и 9 геометрических фигур; «Двойной тест» (по Мучника-Смирнова). Для исследования мышления были использованы 2 методики: «сравнения понятий» и «направленные вербальные ассоциации». Для исследования внимания применялась методика с использованием таблиц Шульце.

**Результаты исследования.** Анализ полученных данных, выявил у обследуемых нарушение памяти (57%), нарушение мышления (38%) и нарушение внимания (50%). Надо отметить, что степень выраженности когнитивных нарушений варьировала от умеренных нарушений до деменции тяжелой степени.

**Заключение.** У больных МДД выявлены снижения различных показателей памяти, внимания и мышления по сравнению с возрастной нормой. Объяснить более высокие показатели когнитивных расстройств у обследуемых детей в сравнении с общепринятыми данными (около 30%) можно имеющей место социальной изоляцией пациентов. Однако данные являются промежуточными и требуют дальнейшего изучения.

## ASSESSMENT OF COGNITIVE FUNCTION IN PATIENTS WITH DUCHENNE MUSCULAR DYSTROPHY

Nikishina O.A., Sokolova M.G., Lobzin S.V.

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

**Subject.** Duchenne Muscular Dystrophy (DMD) is considered to be one of the most common and malignant forms of neuromuscular pathologies of childhood, and represents a hereditary muscular dystrophy with progressive course, which can be characterized by the early onset (at the age of 1-3 years) and manifestations in the form of symmetrical muscle atrophy. Caused by defect of the gene which encodes the function of dystrophin protein, death of the myocyte cells occurs, resulting in physical activity of children being progressively disrupted. In some patients, motor disturbances are combined with psychocognitive abnormalities the genesis of which has not been studied adequately.

**Research objectives:** to study the cognitive sphere features in the patients with Duchenne Muscular Dystrophy, through carrying out a comprehensive neuropsychological testing.

**Materials and methods of the research:** 20 patients aged 7 to 17 years old, having the diagnosis of DMD, have been examined. Neuropsychological testing has been carried out, using a complex of pathology-psychological techniques of evaluation of cognitive disorders in cases of the endogenous mental disorders. To determine the nature of the neuropsychological deficiencies in children and adolescents with DMD, the techniques aimed at study of the functions of memory, attention and thinking, have been used. Selection of the techniques has been adapted especially for this cohort of patients, and has been implemented, taking into account the existing motor disturbances. The study included 4 methods applied for memory research: test of memorization of 10 words; test of memorization of 9 geometric figures; delayed reproduction of 10 words and 9 geometric figures; "Double Test" (according to Muchnik-Smirnov). 2 methods have been used to study the thinking function: "comparison of concepts" and "controlled verbal associations" For studying the attention function, the technique using Schulte tables has been applied.

**Results of the research.** Analysis of the study-generated data revealed memory impairment in some of the examined (57%), thought disorder (aphronia) (38%), and disorder of attention (50%). It should be noted that the degree of severity of the cognitive impairment varied from mild disorders to severe stage of dementia.

**Conclusion.** We have revealed, in DMD patients, reduced performance values of various parameters such as memory, attention and thinking, if compared with the age-specific reference values. Higher values of cognitive impairment indicators in the children examined, in comparison with the conventional reference values (about 30%) may be justified by the existing social isolation of such patients. However, this data is intermediate and requires further research.

## ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПАТТЕРНОВ, СОПРОВОЖДАЕМЫЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС У КРЫС ВИСТАР

К.А. Никольская

Биологический факультет МГУ, Москва, Россия, [nikolskaya.kira@yandex.ru](mailto:nikolskaya.kira@yandex.ru)

Хорошо известно, что многие психические заболевания, такие как неврозы, психозы и шизофрения сопровождается изменениями в психоэмоциональной сфере. Оценка этих состояний, как правило, осуществляется с помощью небольшого набора реакций, которые не позволяют получить полную картину индивидуальных особенностей психоэмоционального рисунка животного. Целью нашей работы было изучение индивидуальных особенностей психоэмоционального рисунка у крыс Вистар при обучении в многоальтернативном лабиринте.

Была использована оригинальная поведенческая модель для изучения познавательной деятельности, в которой животные должны были сформировать сложный пищедобывательный навык в условиях свободного выбора без участия экспериментатора. В процессе обучения регистрировались 24 врожденных реакций, сгруппированных в контекстные и не-контекстные проявления. Первая группа включала ориентировочные и ориентационные проявления. Вторая группа включала груминг, смещенную активность (чихание, зевая, и т.д.), двигательную заторможенность, активное напряжение (прыжки и тики), пассивное напряжение (затормаживание) и невротические реакции.

Проведенные исследования показали, что, несмотря на различный характер обучения, контекстные проявления были сходны у всех животных. Наиболее существенные различия между типами были связаны с не-контекстными проявлениями. Исходно возбудимые крысы (10%) характеризовались: экспоненциальной кривой обучения и высокой двигательной активностью. Процесс обучения сопровождался активными формами психоэмоциональных проявлений. Крысы с преобладанием тормозного процесса (30%) характеризовались "инсайтной" кривой обучения и низкой двигательной активностью. Обучение протекало на фоне преобладания пассивных реакции, которые на этапе стереотипии замещались смещенными реакциями. Животные, отказывающиеся от обучения (60%), проявляли высокий уровень страха и тревоги в незнакомой ситуации, характеризовались низкой мотивационной активностью и доминированием пассивных стрессовых реакций на всем протяжении обучения.

Полученные данные показали, что модель поведения, используемая в нашей работе, позволяет осуществлять дифференцированную оценку поведения, индивидуальных особенностей стратегии обучения, памяти и психоэмоциональных проявлений у животных. Индивидуальность психоэмоционального рисунка определялась соотношением различных форм пассивных и активных проявлений.

## TYPOLOGICAL FEATURES OF PSYCHOEMOTIONAL PATTERNS ACCOMPANYING THE COGNITIVE PROCESS IN WISTAR RATS

K. A. Nikolskaya

Faculty of Biology, Moscow State Univ., Moscow, Russia, [nikolskaya.kira@yandex.ru](mailto:nikolskaya.kira@yandex.ru)

It is well known that a lot of mental diseases such as and schizophrenia are accompanied by changes in the psycho-emotional sphere. The estimation of these states, as a rule, is carried out with the help of a small set of reactions that does not allow to obtain complete picture of individual peculiarities of psycho-emotional pattern of the animal. The aim of our work was to study individual peculiarities of psychoemotional patterns in Wistar rats in learning by free choice method in a multialternative maze.

Original behavioral model of problem solving has been used where animals had to form a cyclic four link food-getting habit by themselves, without external conditioned stimulus and active participation of experimenter. 24 inborn reactions conditioned by contextual and non-contextual variables were recorded. First group included orienting (exploration of the local position in maze) and orientating (reactions connected with a choice of direction) manifestations. Second groups included grooming, displaced activity (not typical reactions like sneezing, gnaw, yawning, etc.), locomotor depression (sitting and sleeping), active stress (jumps and tics), passive stress (freezing, crying, etc.) and neurotic-like reactions.

It was found out that despite different character of the learning, all types of rats did not differ in contextual-conditioned reactions. The most significant differences between the types were connected with non-contextual manifestations. Initially excitative rats (10%) were characterized by: exponential learning curve and high locomotor activity. The highest associative abilities were combined with instability of habit at the stage of stabilization and large number of mistakes. The learning process in these rats was accompanied mainly by active forms of psychoemotional increased sharply as the animal was involved in the cognitive process. Initially inhibitory rats (30%) were characterized "insight-like" learning curve and low locomotor activity on the first of learning stages. The recognition of the task structure was on the background of prevalence of passive reactions which were substituted by active stress reactions on realization stage of formed habit. Rats which have refused the learning (60%) demonstrated the highest level of fear and anxiety in unknown situations. They were characterized by low motivational activity and domination of passive stress reactions during all sessions (25 – 30).

The data obtained testifies that behavior model using in our work allows to carry out the differential and correct estimation of behavioral phenotype concerning individual peculiarities of learning strategies, memory and psycho-emotional manifestations in animals. The individuality of a psycho-emotional pattern is mainly due to the relation of various forms of passive and active manifestations conditioned by non-contextual variables. Shift of this relation to domination of active forms can be considered as a marker of animal being involved in the cognitive process.

#### **ИЗМЕНЕНИЕ ЛИПИДНОГО СПЕКТРА В ОТДАЛЁННОМ ПЕРИОДЕ ПСИХОГЕННОГО СТРЕССА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА КРЫСАХ САМЦАХ**

**Никульчева Н.Г., Ключева Н.Н., Парфёнова Н.С., Виноградова Т.В., Калашникова Н.М.,  
Белова Е.В., Цикунов С.Г.**

ФБГУ НИИ «Экспериментальной медицины» СЗО РАМН, С-Петербург, ул.акад.Павлова 12, Россия.  
[nnklyueva@gmail.com](mailto:nnklyueva@gmail.com)

Установлено резкое снижение холестерина липопротеидов высокой плотности и триглицеридов в сыворотки крови крыс самцов после однократной психогенной травмы, вызванной угрозой жизни, продолжающееся не менее шести недель. Через год после такого стресса, нарушения липидного обмена сохраняются и выражаются в повышенном содержании холестерина в сыворотки крови, снижении холестерина в печени и увеличении липопротеидов низкой и промежуточной плотности.

Цель исследования проследить в отдалённом периоде, в течение года, изменение липидного обмена нарушенного однократным психогенным стрессом.

**Методы.** Исследование проведено на белых беспородных половозрелых крысах-самцах. Психогенную травму моделировали стрессорным воздействием тигрового питона, по разработанной нами методике. После однократного стресса исследовали показатели липидного обмена сразу, через неделю, десять дней, шесть недель и через один год после психотравмы.

В сыворотке крови определяли содержание холестерина (ХС), триглицеридов (ТГ), ХС – ЛПВП, неэстерифицированных жирных кислот (НЭЖК) на анализаторе "Chem Well" ("Awareness Technology"). В печени крыс определяли содержание ХС и ТГ после предварительной экстракции, на анализаторе АА-2 ("Technicon"). В качестве контроля, как при оценке поведения, так и при биохимических исследованиях, использовали группы контрольных (интактных) крыс. Статистический анализ проводили с помощью программы "Statgraphics". Все процедуры и опыты на животных проведены в соответствии с «Правилами лабораторной практики в Российской Федерации». (Директивы Европейского парламента и Европейского союза №2010/63/ЕИ). Правила утверждены приказом Министерства здравоохранения РФ №267 от 19.06.2003г. и одобрены комитетом по биомедицинской этике Института Экспериментальной Медицины.

**Результаты.** Однократная психогенная травма вызывает у крыс-самцов резкое изменение в липидном спектре сыворотки крови уже через 30 минут после стресса. Так уровень ХС-ЛПВП снижался на 70%, ТГ – на 63%. Кровь, взятая через 10 дней после стресса, показывала достоверное снижение уровня ХС-ЛПВП на 20% и увеличение коэффициента атерогенности. В печени были незначительные отклонения в уровне липидов. Через шесть недель после стресса вновь выявлялись изменения уровня ТГ в сыворотки крови и в печени, а также снижение уровня ХС-ЛПВП на 25%. Через год наблюдения за животными, перенесшими однократный психогенный стресс, также были выявлены нарушения липидного обмена. Несмотря на то, что ХС-ЛПВП оставался незначительно сниженным, наблюдался повышенный уровень общего ХС в сыворотке крови и снижение ХС в печени на 20%. Были достоверно повышены НЭЖК в сыворотки крови. Произошло также значительное перераспределение липопротеидов в атерогенную сторону.

**Вывод:** Через год после однократного психогенного стресса, вызванного угрозой жизни, у крыс-самцов сохраняются атерогенные изменения в липидном обмене.

## LONG TERM CHANGE OF LIPID PROFILE AFTER A PSYCHOGENIC STRESS IN EXPERIMENT ON MALE RATS

N. Nikulcheva, N. Klyueva, N. Parfenova, T. Vinogradova, N. Kalashnikova, E. Belova, S. Tsikunov  
Federal State Budgetary Institution Scientific research Institute of Experimental medicine, Saint-Petersburg, Russia. [nnklyueva@gmail.com](mailto:nnklyueva@gmail.com)

In the blood serum of male rats a sharp decrease of cholesterol in high density lipoprotein and triglycerides was found continued for at least six weeks after a single psychogenic trauma caused by a threat to life. One year after such stress, disorders of lipid metabolism are stored and are expressed in elevated levels of cholesterol in the serum. cholesterol reduction in the liver and increase of LDL and intermediate density.

**The purpose** of the study is to trace, changes in lipid metabolism disturbed by single psychogenic stress in the remote period (one year)

**Methods.** The study was performed on albino adult male rats. Psychoogenic trauma was simulated creating stressful situation with tiger python, according to our methodology. After a single stress lipid metabolism was examined immediately after the stress, and then in a week, ten days, six weeks and one year after the psychological trauma.

In blood serum cholesterol (CH), triglycerides (TG) and CH – HDL were determined with "Chem Well" analyzer ("Awareness Technology"). In the liver of rats CH and TG were determined after pre-extraction with AA-2 ("Technicon") analyzer. For checking experiment results, both in assessing the behavior and in biochemical studies the reference group of intact rats was used. Statistical analysis was performed using the program "Statgraphics". All procedures and experiments on animals were carried out in accordance with the "Rules of good laboratory practice in the Russian Federation." (Directive of the European Parliament and the European Union №2010 / 63 / UOM). Rules were approved by the order of the Ministry of Health of the Russian Federation №267 on 19.06.2003, and were approved by the Ethics Committee of the Biomedical Institute of Experimental Medicine.

**Results.** A single psychic shock causes psychogenic dramatic change in serum lipid profile after 30 minutes after stress in male rats. So the level of HDL-CH was reduced by 70%, TG – by 63%. Serum of blood taken after 10 days of stress showed a significant decrease in the level of HDL-CH by 20% and increased atherogenic factor. In the liver there were slight variations in the level of lipids. Six weeks after stress changes in triglycerides in the blood serum and liver were detected again, as well as lower HDL-CH levels by 25%. After a year of observation of the animals, that had suffered single psychogenic stress lipid metabolism was revealed. Despite the fact that HDL-CH levels remained slightly decreased, there was an increased level of total cholesterol in the serum and decreased cholesterol in the liver by 20%. Besides, there has been a significant redistribution of atherogenic lipoproteins in the side.

**Conclusion:** A year after the psychogenic stress caused by a life-threatening situation, atherogenic changes in the lipid metabolism of male rats still remained.

## ВЛИЯНИЕ ВЕСОВОЙ НАГРУЗКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫЗВАННЫХ МОТОРНЫХ ОТВЕТОВ (ВМО) МЫШЦ-РАЗГИБАТЕЛЕЙ ГОЛЕНИ В УСЛОВИЯХ СУХОЙ ИММЕРСИИ

Носикова И.Н., Закирова А.З., Шигуева Т.А., Томиловская Е.С., Козловская И.Б.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия [nosikovainna@mail.ru](mailto:nosikovainna@mail.ru)

**Введение.** Космический полет является уникальной моделью для изучения влияния микрогравитации на активность спинальных и супраспинальных структур. Показано, что закономерным следствием пребывания в невесомости является гиперрефлексия. Одна из гипотез рассматривает ее как результат снижения активности сенсорных систем в невесомости. В предыдущих обследованиях показано, что при развитии гипогравитационной гиперрефлексии наблюдается снижение порогов и повышение амплитуды спинальных вызванных моторных ответов (сВМО) (Zakirova A.Z. et al 2014). Цель настоящего исследования заключалась в выявлении влияния весовой нагрузки (ВН) на выраженность нарушений характеризующих ВМО мышц-разгибателей голени, в условиях сухой иммерсии.

**Методы.** В качестве наземной модели гипогравитации использовали 5-суточную "сухую" иммерсию (СИ) В ходе СИ оценивали характеристики моторных ответов мышц-экстензоров голени: m. soleus и m. gastrocnemius вызванных магнитной стимуляцией моторной зоны коры головного мозга или поясничного мотонейронного пула, определяя пороги и максимальные амплитуды ВМО. Исследования проводили до СИ, в день ее завершения и через трое суток после окончания. В исследовании приняло участие 8 здоровых добровольцев в возрасте  $21,6 \pm 3,3$  лет. Испытуемые были разделены на контрольную (КГ) и экспериментальную (ЭГ) группы равной численности. Во время СИ испытуемые в КГ не получали никаких воздействий, кроме иммерсионного. Испытуемые в ЭГ ежедневно в течение 4 часов были одеты в костюм аксиального нагружения – "Пингвин" с общей нагрузкой 16-18 кг.

**Результаты.** В первые сутки после СИ в КГ в обеих мышцах амплитуда кВМО незначительно повышалась; одновременно повышался порог кВМО. В системе сВМО также имело место повышение амплитуд, однако оно сопровождалось не повышением а снижением порогов сВМО свидетельствующим о снижении возбудимости моторных зон коры. Повышение амплитуды кВМО при этом может обуславливаться повышением возбудимости мотонейронных пулов в условиях гипогравитации, участвующим в реализации корковых ответов. На третьи послеиммерсионные сутки значения параметров в обеих группах приближались к фоновым. Таким образом ВН снижала выраженность гипогравитационных нарушений в системах рефлекторных ответов.

**PS:** В ЭГ по окончании СИ пороги и амплитуды кВМО и сВМО существенно не отличались от значений исходных и зарегистрированных на третьи послеиммерсионные сутки.

*Исследование поддержано Российским научным фондом (проект №14-25-00167).*

## **EFFECT OF WEIGHT BEARING ON THE CHARACTERISTICS OF MOTOR RESPONSES (WMO) – EXTENSOR MUSCLES OF THE LOWER LEG IN A DRY IMMERSION**

**Nosikova I.N., Zakirova A.Z., Shigueva T.A., Tomilovskaya E.S., Kozlovskaya I.B.**

State Research Center RF – Institute of Biomedical Problems (IBMP)  
Russian Academy of Sciences, Moscow, [nosikovainna@mail.ru](mailto:nosikovainna@mail.ru)

Introduction. Space flight is a unique model to study the effects of microgravity on the activity of spinal and supraspinal structures. It is shown that the natural consequence of stay in weightlessness is hyperreflexia. One hypothesis is considering it as the result of reducing the activity of sensory systems in weightlessness. In previous surveys shows that the development of microgravity hyperreflexia a decrease in the threshold and increase spinal amplitude of motor responses (cWMO) (Zakirova A.Z. et. al. 2014) . The purpose of this study was to identify the effects of the weight load (WL) to characterize the severity of violations WMO extensor muscles tibia, in a dry immersion.

Methods. As around microgravity models used 5-day "dry" immersion (SI). In the SI evaluated characteristics of motor responses – extensor muscles of the lower leg: m. soleus and m. gastrocnemius caused by magnetic stimulation of the motor cortex or lumbar motor neuron pool by defining thresholds and the maximum amplitude of the WMO. Investigations were carried out to the SI, on the day of its completion, and three days after. In study involved 8 healthy volunteers aged  $21.6 \pm 3.3$  years. The subjects were divided into control group (CG) and experimental (EG) groups of equal numbers. During SI testers in the CG did not receive any effects other than immersion. Testers in EG Daily for 4 hours have been dressed up in a suit of axial loading – "Penguin" with a total load of 16-18 kg .

Results. In the first days after SI in the CG both muscle amplitude kVMO slightly increased: at the same time raises the threshold kVMO. In cWMO system also had increased amplitudes, but it is not accompanied by an increase and a decrease in the threshold cWMO show a decrease in excitability of the motor cortex areas. Increasing the amplitude kVMO in this case may be due to an increase in the excitability of motoneuron pools under microgravity. are participating in the implementation of cortical responses. On the third day after SI parameters in both groups approached the background. Thus BH reduced the severity of violations microgravity reflex response systems.

*The study is supported by RSF grant №14-25-00167*

## **НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОЛИНЕВРОПАТИИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ СОЧЕТАНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛОКАЛЬНОЙ И ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ** **Нурбаева Д.Ж.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», г. Ангарск, Иркутская обл., Россия; e-mail: [alfa3113@mail.ru](mailto:alfa3113@mail.ru)

В настоящее время с помощью компьютерной обработки электроэнцефалограммы (ЭЭГ) появилась возможность установления очагов патологической активности мозга.

Цель: определение очагов патологической активности головного мозга у рабочих, подвергающихся воздействию производственной вибрации.

Методы: проведено обследование 60 мужчин, разделенных на 3 равные группы, сопоставимых по полу и возрасту. 1 группу составили стажированные лица, контактирующие с локальной и общей вибрацией. 2 группу – пациенты с профессиональной полиневропатией конечностей от воздействия локальной и общей вибрации. 3 группу (сравнения) – пациенты с диагнозом вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации. Проводился кросс-корреляционный анализ ЭЭГ на компьютерном электроэнцефалографе DX-NT 32V1.9.

Результаты: Анализ ЭЭГ, проведенный в 1 группе, выявил наибольшую частоту положительных коэффициентов кросс-корреляции (Ккр) в отведении FP2-C4, C4-O2 и FP2-T4. Во 2-й группе наибольшая встречаемость положительных Ккр наблюдалась в отведениях FP1-C3, FP2-C4, C4-O2 и FP2-T4. В 3-й группе пациентов частота положительных Ккр наблюдалась между лобными и центральными отведениями в симметричных участках головного мозга, а также в правых центрально-затылочных и левых лобно-височных отведениях.

Таким образом, проведенный анализ ЭЭГ в группах позволил установить общность нарушений со стороны дизэнцефальных структур мозга (изменение Ккр в лобных отведениях с двух сторон). Отличительной чертой поражения структур головного мозга при воздействии локальной и общей вибрации являлось вовлечение в патологический процесс стволовых отделов. Этот факт может являться признаком прогрессивности патологического процесса при профессиональной полиневропатии от воздействия локальной и общей вибрации.

## **NEUROPHYSIOLOGICAL FEATURES OF PROFESSIONAL POLYNEUROPATHY DUE TO THE COMBINED EFFECTS OF LOCAL AND GENERAL VIBRATION**

**Nurbayeva D.Zh.**

Federal state Budgetary scientific institution "East-Siberian institute of medical and environmental research",  
Angarsk, Irkutsk region, Russia; e-mail: [alfa3113@mail.ru](mailto:alfa3113@mail.ru)

Currently, with the help of computer processing of the electroencephalogram (EEG), the opportunity to establish foci of abnormal activity in the brain.

Objective: To define the centers of pathological brain activity in workers exposed to industrial vibration.

Methods: 60 men were examined, divided into 3 equal groups matched by sex and age. 1 group consisted of trained persons in contact with the local and general vibration. 2 group – patients with polyneuropathy professional extremities from the effects of local and general vibration. 3 group (comparison) – Patients with

a diagnosis of vibration disease from exposure to local vibration. Wire cross-correlation analysis of EEG Computer electroencephalography DX-NT 32V1,9.

Results: EEG analysis in group 1 showed the highest frequency of positive cross-correlation coefficients (Kcr) in lead FP2-C4, C4-O2 and FP2-T4. In group 2, the highest incidence was observed in the positive Kcr FP1-C3 leads, FP2-C4 and C4-O2 and FP2-T4. In the third group of patients the frequency of positive Kcr observed between the frontal and central-lead in the symmetric parts of the brain, as well as in the right center-left occipital and fronto-temporal leads.

Thus, the analysis of EEG in groups allowed to establish common violations by diencephalic brain structures (Kcr change in the frontal leads on two sides). A distinctive feature of the destruction of brain structures under the influence of local and general vibration was involvement in the pathological process of stem sections. This may be a sign of progression of the pathological process in the professional polyneuropathy from the effects of local and general vibration.

### **КРЕАТИВНОЕ РАЗВИТИЕ – СУЩНОСТЬ ФЕНОМЕНА ТРЕХМЕРНОГО ВОСПРИЯТИЯ ОБРАЗОВ ПЛОСКОСТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

**Овчинникова Л.И.<sup>1</sup>, Баклашова О.Н.<sup>1</sup>, Антипов В.Н.<sup>2</sup>**

МБОУ «Гимназия №6»<sup>1</sup>, Казанский федеральный университет<sup>2</sup>, Казань, Россия; [Ludmila2357@list.ru](mailto:Ludmila2357@list.ru)

Актуальные проблемы современного сосуществования в мире провоцируют инновационную активность населения. Получаемое одобрение создает мотивацию к новым открытиям и повышает эффективность исследований. Особое внимание уделяется идеям креативного развития. Так, по результатам глобального исследования канадского мозгового треста Martin Prosperity Institute, Россия входит в десятку лучших по числу исследований на душу населения, но лишь 28-м (из 82 стран) по числу патентов. В тройке креативных лидеров – Швеция, США, Финляндия. Креативная конкурентоспособность у отечественных исследователей обращена к новым формам, комплементарным заданным условиям.

Соглашаясь с тенденцией трактовать креативность как интегративное качество личности, не отрицаем мыслительного синтеза в обозначенном процессе. Опираясь на когнитивную теорию конструкторов Дж.Келли, применяем функцию биполярности субъективной шкалы (индукция – дедукция) в формировании и выборе конструкта(ов) решения заданных ситуаций условий. По-разному строится понимание ситуации в условиях изменения её информационных характеристик, поэтому формируемые конструкты также будут различны. Важен **навык** формирования этих конструктов, образованных из ассоциативных образов конкретной личности.

В процессе проведенных исследований обнаружена взаимосвязь результатов тестового опроса у обучающихся 8-11 классов (3-D) по исходным признакам (глубина, объемность, пространственная перспективность образов плоскостных изображений) с уровнем креативности, измеренным тестом Торренса. В ходе статистической обработки полученные данные были проверены с помощью корреляционного анализа Пирсона. Вычисления коэффициента корреляции Пирсона дали следующие результаты  $r=0,290$  ( $p>0,05$ ). Это позволяет считать данные статистически значимыми. И значит, подтверждает нашу гипотезу о взаимосвязи рассматриваемых характеристик.

Предполагаемая система обучения развития способности воспринимать плоскостные изображения с трехмерными атрибутами, в результате которой приобретает навык ускоренного формирования конструктов, позволяющих решать задачи нестандартными способами, обретает ярко выраженную востребованность.

### **СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ПАТТЕРНОВ ГЕМОДИНАМИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ИМК**

**Оганесян В.В.<sup>1</sup>, Исаев М.Р.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия;

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет), Долгопрудный, Московская обл., Россия.

Обзор литературы в области методов реализации интерфейсов мозг-компьютер показывает сохранение актуальности темы выбора подходящих для задачи признаков и эффективных классификаторов. Многие исследователи отмечают отсутствие окончательного ответа на вопрос, какой метод классификации лучше всего подходит для распознавания паттернов активности мозга. Часто выбор метода индивидуален или даже зависит от условий эксперимента. Развитие машинного обучения позволяет проверять новые методы классификации в задаче создания ИМК. Также на данный момент в литературе мало статей о гибридном использовании спектроскопии ближнего инфракрасного диапазона (БИКС) и электроэнцефалографии (ЭЭГ).

Для регистрации гемодинамической активности использовался прибор NIRScout, для электрофизиологической – NVX52. В ходе работы было собрано 300 экспериментальных записей длительностью 10 минут, в экспериментах участвовало 5 здоровых испытуемых. В качестве ментальных задач было выбрано кинестетическое воображение сжатия кисти левой и правой руки в кулак, движения левой и правой руки вперед, нажатия левой и правой ступней на педаль. Эксперименты разбиты на несколько групп, в зависимости от используемых ментальных задач.

Для каждой группы экспериментов проведен сравнительный анализ пяти классификаторов для признаков электрофизиологической и гемодинамической активности по отдельности. Сравнение тех же классификаторов было осуществлено и для двух типов объединения данных гемодинамической и электрофизиологической активности мозга. В качестве классификаторов были использованы линейный дискриминантный анализ, логистическая регрессия, случайный лес, градиентный бустинг над решающими



деревьями, также в качестве пятого классификатора был использован комитет из перечисленных выше классификаторов.

В результате данного сравнения были найдены методы, которые позволяют повысить точность распознавания состояний и тем самым увеличивают эффективность работы интерфейса мозг-компьютер.

### **COMPARISON OF VARIOUS CLASSIFICATION METHODS FOR HEMODYNAMIC AND ELECTROPHYSIOLOGICAL ACTIVITY PATTERNS IN THE IMPLEMENTATION OF BCI** **Oganessian V.V.<sup>1</sup>, Isaev M.R.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Moscow Institute of Physics and Technology (State University), Dolgoprudny, Moscow Oblast, Russia

Literature review in a field of brain-computer interface shows that problem of choosing appropriate features and effective classifiers is still relevant. Many researchers notice that there is no final answer to question what method of classification is better for recognition of brain activity patterns. Choice of method can be individual or dependent on conditions of experiment. Progress in machine learning allows to check new methods of classifying in brain-computer interface creation. Also there are not many articles about hybrid using of near infrared spectroscopy (NIRS) and electroencephalography (EEG) yet.

For hemodynamic activity registration NIRScout was used, for electrophysiological activity – NVX52. 300 experimental trials with duration of 10 minutes were collected during work. 5 healthy subjects participated in the study. Kinesthetic grasping of left and right hand, motion of left and right hand, pressing the pedal by left and right foot were used as mental tasks. Experiments are divided in several groups depending on used mental tasks.

For each group of experiments comparison study of five classifiers was done. Firstly, features of electrophysiological and hemodynamic activity were used separately. Secondly, the same comparison of classifiers was done for two ways of hemodynamic and electrophysiological activity data combination. Linear discriminant analysis, logistic regression, random forest, gradient boosting with decision trees and composition of all this methods were used for classifying.

As a result of comparison methods which allow to increase recognition rate and, therefore, efficiency of brain-computer interface were found.

### **КВАНТОВЫЙ НЕЙРОКОМПЬЮТЕР КАК МОДЕЛЬ МОЗГА И СОЗНАНИЯ** **Опенков М.Ю., Малышев А.С.**

Северный Арктический Федеральный Университет, Архангельск, Россия, [theraven864@gmail.com](mailto:theraven864@gmail.com)

Одной из задач Искусственного Интеллекта является создание глубинных нейронных сетей— что-то вроде урезанного виртуального мозга. Они делают возможным машинное обучение, совершившее невероятные успехи, считавшиеся ранее почти недостижимыми, если вообще возможными. Причина не только в растущих возможностях наших компьютеров и расширении наших знаний в области нейронаук, но и в стремительно растущих объемах коллективных данных, также известных как большие данные. Большое количество данных — именно то, что нужно машинам для обучения. Сочетание глубинного обучения (deep learning) и больших данных (big data) дало впечатляющие результаты в последнее время. Между тем были обозначены пределы развития классических компьютеров. В больших данных часто видят проблему, связанную с сложными вычислениями. Бозций придерживался платонической идеи о том, что возможности познания определяются не сложностью объекта, а разрешающими возможностями разума. Главный аргумент философии — изменить концепцию истинности: "Это заблуждение является следствием того неверного мнения, что полнота знания зависит от сущности и природы самого познаваемого, в то время как, напротив, она больше зависит от природы познающего". Можно предполагать, что алгоритмы деятельности мозга (wetware мозга) являются квантовыми. Согласно выводам Дойча, квантовые компьютеры не предназначены для выполнения неалгоритмических операций, но способны в некоторых, очень специфических случаях, достигать более высокого быстродействия в смысле теории сложности. Не имеет смысла более отрицать каузальную связь мозга и сознания. Обладание сознанием в отличии от возможности его становления не является атрибутом для человека, однако является таковым для разумной машины. Динамичность сознания обусловлена его внутренней неоднородностью. Наиболее оптимальной его моделью является сеть с перемещающимся центром ( состоянием «Я» в конкретный момент времени). Такая сеть, в парадигме Эвереттовской интерпретации квантовой механики, очевидно должна представлять из себя подобие мультиверса, состоящего из субъективных миров (субличностей), явно не подозревающих о существовании друг друга при нормальном состоянии системы, некой совокупности теневых «Я». Центр определяется по тому же принципу, что и реальная реальность среди теневых, то есть, если реальной будет являться та реальность, в которой в данный конкретный момент времени поднимается вопрос об выборе таковой, то, центр сети должен необходимо определяться конкретным творческим вызовом. Само мышление в такой парадигме будет являться интерференцией наиболее близких субмиров, неким подобием квантового вычисления на базе отдельных групп, сетей нейронов, служащих материальными носителями отдельных субмиров. Предельным примером, достижимым лишь в результате достаточно оригинального вызова, может служить создание нового субмира, обладающего некоторыми чертами уже существующих, но качественно отличного от них.

### **QUANTUM NEUROCOMPUTER AS A MODEL OF BRAIN AND CONSCIOUSNESS** **M.Yu. Openkov, A.S. Malyshev**

Northern Arctic Federal University, Arhangelsk, Russia, [theraven864@gmail.com](mailto:theraven864@gmail.com)

One of the objectives of Artificial Intelligence is to provide a deep neural networks, something like truncated virtual brain. They make it possible to machine learning, which has committed an incredible success, previously

considered inaccessible much, if at all possible. The reason is not only in the growing capabilities of our computers and extension of our knowledge in the field of neuroscience, but also in the rapidly growing volumes of collective data, also known as big data. A large amount of data – exactly what you need machines for training. The combination of in-depth training and large data yielded impressive results in recent years. Meanwhile, it has been identified limits of classical computers. The big data often see associated with complex computing problems. Boethius adhered to the Platonic idea that the possibility of knowledge is not determined by the complexity of the object, and the resolution capabilities of the mind. The main argument of philosophy lies in the fact that you need to change the concept of truth: "It is a misconception stems from the misconception that the completeness of knowledge depends on the nature and the nature of the knowable, while, on the contrary, it is more dependent on the nature of the knower."

We can assume that algorithms brain (wetware of the brain) are quantum. According to the findings Deutsch, quantum computers are not designed to carry non-algorithmic operations, but can in some very specific cases, to achieve higher performance in terms of complexity theory. It makes no sense to deny a causal relationship of brain and consciousness Possession consciousness as opposed to the possibility of its formation is not an attribute for a person, but it is reasonable for such machines. Dynamism of consciousness due to its internal heterogeneity. The most optimal model it is a network with a moving center (state 'I' at a particular time). This network, in the paradigm Everett interpretation of quantum mechanics, obviously must be of a likeness of the multiverse, consisting of subjective worlds (Selves), apparently unaware of the existence of each other in the normal state of the system, a certain set of shadow "I". The center is determined in the same way as the real reality among the shadow, that is, if the real will be the reality, which at this particular point in time raised the question of the choice of such, then, network center should you need depends on your creative challenge. The very thought is in this context will be the interference of the closest subworlds, that is, something like a quantum computation on the basis of specific groups of neurons networks serving individual subworlds material carriers. An extreme example is the creation of a new subworld possessing some features of existing, but qualitatively different from them. However, this phenomenon can cause obvious need only the original call.

### **САНТЯГСКАЯ ТЕОРИЯ: БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ФИЛОСОФСКОЙ ПРОБЛЕМЫ ПОЗНАНИЯ**

**Опенков М.Ю., Талеева А.И.**

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия;  
[a.taleeva@narfu.ru](mailto:a.taleeva@narfu.ru)

Познание понимается как совокупность процессов, процедур и методов приобретения знаний о явлениях и закономерностях окружающей реальности. Ключевой проблемой всех философских теорий познания является решение вопроса об объективности и субъективности познаваемой действительности. В субъективном идеализме эта проблема решается через признание только мыслящего субъекта, а всё остальное объявляется существующим лишь в его сознании. С точки зрения объективного идеализма мир существует независимо от субъекта познания.

Совершенно по-новому к проблеме познания подошли чилийские учёные-нейробиологи У. Матурана и Ф. Варела. Их работы легли в основу «сантьягской теории познания». Они рассматривают познание с точки зрения биологического подхода: оно имеет биологические корни, его результат предзадан физиологией организма, а область ограничена способом жизнедеятельности живой системы. Живые организмы – это когнитивные системы и мир им не дан для познания в готовом виде, а конструируется ими в процессе жизнедеятельности.

В сантьягской теории познание тесно связано с автопоэзисом — самовоспроизводством живых систем. Концепция автопоэзиса рассматривает живую систему как существующую в вечном потоке замен материальной структуры при неизменности формы сети – неизменности паттерна системы. Паттерн системы определяет циклы её жизнедеятельности, алгоритм операций, позволяющий воспроизводить ей саму себя.

Живые системы непрерывно и постоянно взаимодействует с окружающей средой. Авторы концепции оценивают любое взаимодействие живой системы со средой как когнитивный акт. С одной стороны, среда обладает необходимыми ресурсами для выживания организма. С другой стороны, среда может представлять угрозу жизни организма в виде нарушения его автономности. Организм фиксирует изменения окружающей среды и реагирует определенным образом, что является когнитивным актом. В связи с этим знание рассматривается как область адекватного взаимодействия системы и среды, благодаря которому система рассчитывает свое поведение и успешно осуществляет жизнедеятельность.

Отождествление познания с процессом жизнедеятельности — это новая для науки идея. У. Матурана и Ф. Варела отождествляют на основании автопоэзиса три сферы – бытие, познание и деятельность: жизнь представляет собой деятельность, мир, готовый для познания, открывается организму в процессе жизни.

### **THE SANTIAGO THEORY: BIOLOGICAL APPROACH TO PHILOSOPHICAL PROBLEM OF COGNITION**

**Openkov M.Yu., Taleeva A.I.**

Northern (Arctic) federal university named after M.V. Lomonosov, Russia, [a.taleeva@narfu.ru](mailto:a.taleeva@narfu.ru)

Cognition is understood as a complex of processes, procedures and methods of knowledge acquisition about phenomena and patterns of reality. The key problem of all philosophical theories is a settlement of the question about objectivity and subjectivity of the cognoscible reality. In subjective idealism this problem is solved through admission of only conscious subject but the rest is supposed to exist just in his consciousness. In terms of subjective idealism the world exists independently from the subject of cognition.

The Chilean neurobiologists H. Maturana and F. Varela tackled the problem of cognition in a whole new

way. Their works provided the basis for "The Santiago theory of cognition". They deal with cognition from the biological point of view: it has biological roots; its result is predefined by organism physiology and its area is limited by way of living. Living things are cognitive systems, which do not have the "cut and dried" world for cognition but they do construct it within vital activities.

Cognition in the Santiago theory has strong relations with autopoiesis – self-production of living systems. Autopoiesis conception believes that living system exists in the endless stream of material structure changing with the network form permanence, in other words, with the system pattern permanence. The system pattern determines its life cycles, operation algorithm allowing self-production.

Living systems cooperate constantly with the environment. The authors of the conception assess any cooperation between living system and the environment as a cognitive act. On the one hand, the environment has all the necessary resources for organism survival. On the other hand, the environment may be life-threatening and autonomy-breaking. Organism fixes environmental changes and reacts in a distinct way and that is a cognitive act. Therefore, knowledge is considered as an appropriate cooperation between living system and environment due to that system estimates its behavior and makes a living successfully.

Identification cognition with life activity is a new scientific idea. H. Maturana and F. Varela identify three spheres on the autopoiesis basis – existence, cognition and activity. Life appears as an activity; the world ready for cognition is opened within organism's life.

### **РАЗВИТИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МОРАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА: ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.**

**Орехова Л.С., Павленко В.Б., Михайлова А.А., Дягилева Ю.О.**

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Россия, lili\_psy@mail.ru

Становление моральных качеств личности берет свое начало с первых месяцев жизни ребенка и продолжается в течение всего периода онтогенеза. Однако наиболее значимым является ранний детский возраст. В настоящее время моральное развитие рассматривается как процесс освоения и принятия индивидом правил социальных отношений в обществе, а также как процесс становления мышления с точки зрения нравственности. С недавнего времени особое внимание уделяется изучению формирования моральных суждений у младенцев и детей раннего возраста, а также анализу их психофизиологических предпосылок.

В исследовании уровня морального развития принимали участие 18 детей в возрасте от 17 до 43 месяцев. Все дети были психически и физически здоровыми. Для определения моральных оценок испытуемых перед ними разыгрывались две сценки с участием трех кукол: нейтральной, «доброй» и «злой». В обеих сценках нейтральная кукла сначала выполняла действие (поднималась по лестнице), но начинала испытывать затруднения. В первой сценке «добрая» кукла помогала подняться нейтральной, однако, во второй – «злая» кукла причиняла боль нейтральной (сталкивала ее с лестницы). После ребенку демонстрировались «добрая» и «злая» куклы, поведение которых необходимо было оценить раздачей нечетного количества печеня (сделанного из картона). Рассчитывался индекс моральных оценок (ИМО): 1 балл – если ребенок дал 0 «печений» «доброй» кукле и 7 баллов – если ребенок дал все пять «печений» «доброй» кукле. Остальные значения в баллах присваивались в зависимости от соотношения числа «печений» розданных куклам.

Была обнаружена отрицательная корреляция между ИМО детей и их возрастом, т.е., чем младше возраст ребенка, тем выше был балл моральной оценки. Подобные результаты можно объяснить появлением более развитых когнитивных способностей у детей старшего возраста, что проявляется в более сложном характере формирования моральной оценки действий кукол и вытекающей из него стратегии распределения ресурсов. Старшие дети, вероятно, старались «задобрить» «злую» куклу. Кроме этого была обнаружена значимая положительная корреляция между ИМО детей и относительной мощностью (ОМ) тета-ритма в левом префронтальном отведении, а также отрицательные корреляции между ИМО и ОМ гамма-ритма во фронтальных отведениях. Полученные результаты согласуются с более ранними исследованиями, в которых моральное поведение тесно ассоциировалось с развитостью префронтальной и лобной коры, отвечающие, в том числе, и за социальное поведение и взаимодействие.

### **THE DEVELOPMENT OF MORAL BEHAVIOR IN EARLY CHILDHOOD: A PSYCHOPHYSIOLOGICAL STUDY**

**Orekhova L.S., Pavlenko V.B., Mikhailova A.A., Dyaqileva Ju.O.**

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia, lili\_psy@mail.ru

Person's formation of moral qualities originates in early month of life and continues through the ontogenesis. But the early childhood is exactly the most significant period. At present, the moral development defined as a process of person's assimilation and acceptance of social rules in community, as well as the process of cognition formation in terms of morality. Since recently there is an amount of attention to the process of moral judgments formation in infants and young children and also to the analysis of its psychophysiological preconditions.

In current study was attended by 18 children from 17 to 43 month old. All children were psychologically and physically healthy. For measuring subject's moral assessments there were used two scenes with three puppets: neutral, "good" and "bad". Both scenes have started with the neutral puppet which began to perform an action (came upstairs), but started to experience some difficulties. In the first scene the "good" puppet helped neutral to come upstairs, but in the second the "bad" puppet made neutral hurt ("bad" puppet pushed neutral down the stairs). Then, to the child were introduced "good" and "bad" puppets, which behavior child has to assess by distribution of odd number of cardboard cookies. We calculated the index of moral values (IMV), where 1 point was given if the child gave 0 "cookies" to "good" puppet and 7 points – if the child gave all five "cookies" to "good" puppet. Other points were assigned depending on the ratio of the "cookies" number received by puppets.

We found a negative correlation between children's IMV and their age, therefore, the younger children were, the greater score of moral evaluation they had. Such results can be explained by the existence of more advanced cognitive abilities in older children, which is revealed in a more complex pattern formation of the puppet's action moral evaluation and as a result – more complex resource allocation strategy. Moreover, it was found a significant positive correlation between the children's IMV and the relative power of theta activity in the left prefrontal area, as well as negative correlation between the IMV and gamma rhythm relative power in the frontal areas. These results are consistent with the previous studies where moral behavior has a strong correlation with the development of prefrontal and frontal cortexes, responsible, in particular, for social behavior and interaction.

### ПАМЯТЬ НЕЙРОНОВ И ИХ СЕТЕЙ

**Орлов В.И.<sup>2</sup>, Вислобоков А.И.<sup>1</sup>, Прошева В.И.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени акад. И.П. Павлова Минздрава РФ, Санкт-Петербург, Россия, vislobokov@yandex.ru; <sup>2</sup>Академия биологии и биотехнологии Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия, orlov@rostel.ru; <sup>3</sup>Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, Республика Коми, Сыктывкар, Россия, Prosheva@physiol.komisc.ru.

Проблемы памяти, мышления и сознания привлекают к себе людей разных интересов и с давних пор. Но, несмотря на это, четкого представления об этих проблемах не существует. Представления были различными и порой противоречивыми. Наши собственные размышления об этих проблемах основываются на следующем:

1. Мы различаем живые системы и системы неживые (технические, созданные самим человеком). При этом мышление и сознание присущи только живым системам.

2. Системная организация предполагает переработку и хранение информации об окружающей и своей внутренней среде, а хранение информации предполагает и наличие у систем блока памяти, а память связана с нейронами.

3. Процессы мышления и сознания в живых системах всегда оперируют с памятью («хранилищем» информации). Живые системы от первого уровня организации, от клетки – нейрона до четвертого уровня – организма с центральной нервной системой и головным мозгом, в разной степени имеют и могут пользоваться устройствами для памяти, мышления и сознания – имеют различные механизмы, а, может быть, и разные принципы.

Первый уровень – *нейроны*, клетки. Второй уровень организации и функционирования живых систем – *монослойные нейронные сети* сами по себе, состоящие из нейронов (однослойные, в искусственной среде, на дне чашки Петри), – без специализированных входов и выходов в организме. Третий уровень – *мультислойные нейронные управляющие сети* со специализированными входами и выходами (устройствами) в организме, многократно дублируемые, с прямыми и обратными связями (в нервной системе – ганглии, центры и т.п., мозг животных). Четвертый уровень организации управления в живых системах – *сложные мультиганглионарные, мультицентральные нейрональные сети* – мозг человека.

4. Память нейронов и их сетей многообразна.

Память нейрона можно классифицировать, как **структурную** память, определяемую его структурно-функциональными особенностями, состоянием и она выражается (и детерминируется) в реакциях, зависящих и от многих других факторов. Можно было бы вообще говорить о **структурно-функциональной** памяти. Процессы мышления возможны только у третьего и четвертого уровней организации, а сознанием обладает только мозг человека.

### THE MEMORY OF NEURONS AND ITS NETWORKS

**Orlov V.I.<sup>2</sup>, Vislobokov A.I.<sup>1</sup>, Prosheva V.I.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>GBO of higher professional education Saint Petersburg state medical University named after academician. I.P. Pavlova Ministry of health of the Russian Federation. St. Petersburg, Russia, vislobokov@yandex.ru; <sup>2</sup>Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University, Rostov-on-don, Russia, orlov@rostel.ru; <sup>3</sup>Institute of physiology, Komi science centre, Ural branch, Russian Academy of Sciences, Komi Republic, Syktывkar, Russia, Prosheva@physiol.komisc.ru.

The problems of memory, thinking and consciousnesses bring over to itself the people of different interests and for a long time. But, in spite of it, a clear idea does not exist about these problems. The presentations were different and at times contradictory. Our own reflections about these problems are base on following:

1. We distinguish the living systems and a systems lifeless (technical, created by a man). Thus thinking and consciousness is inherent only to the living systems.

2. The system organization supposes processing and storage of information about surrounding and to the internal environment, and storage of information supposes a presence at the systems of block of memory, and the memory is related to the neurons.

3. Thinking and consciousness processes in the living systems always operate with a memory (by the "depository" of information). The living systems from the first level of organization, from a cell – neuron to level-four – organism with the central nervous system and cerebrum, in the different degree have and can use devices for memory, thinking and consciousnesses – have different mechanisms, and, it can be, and different principles. The first level is *neurons*, the cells. Second level of organization and functioning of the living systems – *monolayer neural networks* in itself, consisting of neurons (monolayer, in an artificial environment, at the bottom of the Petri dish), – without specialized inputs and outputs in an organism. The third level have *multilayer neural managing networks* with specialized inputs and outputs (by devices) in an organism, repeatedly duplicated, with lines and feed-backs (in the nervous system – ganglions, centers etc., brain of animals). The fourth level of organization of management in the living systems is *difficult multi ganglionic, multi central neural networks* – the brain of man.

4. The memory of neurons and their networks is varied.

The memory of neuron can be classified, as **the structural** memory determined by his structural-functional features, by the state and it is expressed (and determined) in reactions depending and from many other factors. It was possible in general to talk about *structural-functional* memory. Thinking processes are possible only at the third and the fourth levels of organization, and the consciousness has only by the human brain.

**МЕХАНИЗМЫ ЭНДОГЕННЫХ ЭЛЕКТРОТОНИЧЕСКИХ ВЛИЯНИЙ НА ГЕНЕРАЦИЮ ИМПУЛЬСНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНА**  
**Орлов В.И., Сухов А.Г.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный Университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского, лаборатория экспериментальной нейробиологии, Ростов-на-Дону, Россия; orlov@rostel.ru

В опытах с внутриклеточной микроэлектродной регистрацией осцилляторной активности нейронов виноградной улитки исследованы механизмы эндогенных электротонических влияний, возникающих при деполяризации или гиперполяризации мембраны нейронов при их длительной многочасовой регистрации.

Установлено, что спонтанно возникающие сдвиги мембранного потенциала регистрируемых нейронов сопровождаются изменением характера их фоновой пейсмекерной активности с неоднократным переходом от одиночной ритмичной импульсации к пачечной или серийной или же, наоборот, к длительному, иногда на протяжении до 2-3 часов, подавлению импульсации с последующим восстановлением пейсмекерных потенциалов. Важную роль в электротонических влияниях на импульсную активность играют взаимодействия разных локусов спайкгенерации на мембране тела клетки и дендритов, в частности, так называемых, дендритных А-спайков, способных к ортодромному и антидромному распространению по дендритам.

Результаты наших опытов свидетельствуют о наличии как потенциал-зависимых процессов пейсмекерной импульсации, так и о возможности потенциал-независимой генерации низкоамплитудных А-спайков в дендритах, очевидно, обусловленных их электротоническим проведением по дендро-дендритным электрическим синапсам от других нейронов. При этом резонансные свойства дендритов способствуют более успешной синхронизации крупных соматических и мелких дендритных А-спайков, что повышает эффективность синаптической передачи двух суммированных по амплитуде спайков на постсинаптических клетках. *Работа выполнена при поддержке базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ (проект № 2034).*

**MECHANISMS OF ENDOGENOUS ELECTROTONIC INFLUENCES ON THE GENERATION OF IMPULSING OF NEURON**

**Orlov V.I., Sukhov A.G.**

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Southern Federal University», D. I. Ivanovskii Academy of Biology and Biotechnology, Laboratory of Experimental Neurobiology, Rostov-on-Don, Russia; orlov@rostel.ru

In the experiments with intracellular microelectrode recording oscillatory activity of snail neurons was investigated mechanisms of the endogenous electrotonic influences arising from the depolarization or hyperpolarization of the neuron's membrane of during their long hours of the registration.

It is found that the spontaneously occurring changes in membrane potential of the recordable neurons accompanied by changes in the nature of their background pacemaker activity with multiple transition from a single rhythmic impulses to the pack or serial or vice versa, to a long, sometimes for up in 2-3 hours, suppressing impulses, and then the subsequent recovery of pacemaker potentials. An important role in electrotonic influences on the pulse activity are played by interactions of the different loci of a spikegeneration on the membrane of the cell's body and dendrites, in particular, so-called, the dendritic A-spikes, capable to the ortodromny and antidromny distribution along dendrites.

The results of our experiences are indicating about the presence both of the potential-dependent processes of pacemaker pulsation and about the opportunity of the potential-independent generation of low-amplitude A-spikes in the dendrites, obviously, it is caused by their electrotonic conductivity on the dendro-dendritic electrical synapses from other neurons. At the same time the resonant properties of dendrites promote more successful synchronization a large somatic and a small dendritic A-spikes that increases the efficiency of synaptic transfer at the two summed spikes's amplitude on the postsynaptic cells.

*This work was supported by funding from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, the base part of the state assignment (grant № 2034).*

**МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВО ВРЕМЕНИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПО ЭЭГ И МЭГ ИЗМЕРЕНИЯМ**

**А.Е. Осадчий, Д. Алтухов**  
НИУ ВШЭ, Москва, Россия

Технология неинвазивного нейрокартирования в настоящий момент играет ключевую роль в накоплении знаний о принципах работы мозга на системном уровне, а также широко используется для диагностики пациентов с широким спектром нейродегенеративных заболеваний.

В последнее время проявляется повышенный интерес к изучению сетевой структуры, обеспечивающей функцию головного мозга (ГМ). Меняется понятийный базис когнитивной и клинической нейронауки, всё чаще и чаще приходится сталкиваться с работами, где различия между экспериментальными условиями объясняются вариациями в активности не отдельных областей, а целых сетей.

Несмотря на существенные усилия по разработке методов неинвазивного картирования сетей головного мозга, до сих пор отсутствуют надёжные подходы, демонстрирующие удовлетворительную воспроизводимость результатов анализа между испытуемыми, в особенности это относится к методикам с высоким временным разрешением, которые способны обнаруживать не только пространственную, но и временную структуру функциональных взаимодействий.

В этом докладе будут представлены разрабатываемые в группе методов нейровизуализации (НИУ ВШЭ) подходы к решению задачи обнаружения функциональных сетей с изменяющейся степенью синхронности. Наш подход основан на рассмотрении генерирующей модели кросспектральной матрицы МЭГ. Оперируя в декартовом автопроизведении пространства топографий нейрональных популяций мы предлагаем инвариантную к объёмной проводимости и взаимному фазовому углу методику оценки динамики синхронности пар кортикальных источников. Предлагаемый подход открывает новые возможности и фактически переводит нас на новый уровень интерпретации многоканальных не прямых измерений электрической активности мозга, как суперпозицию активности динамических сетей.

#### METHODS FOR DETECTION OF TRANSIENT CORTICAL NETWORKS FROM EEG AND MEG DATA

Ossadtchi A., Altukhov D.

National Research University Higher School of Economics, Center for Cognition and Decision Making, Moscow,  
Russian Federation

Nowadays non-invasive neuroimaging technology plays a pivotal role in understanding system's level principles underlying brain function. This technology is also widely used for diagnostics and building prognosis for patients with a broad range neurodegenerative diseases.

Over the recent decade the neuroimaging community has been undertaking the major efforts aimed developing the techniques for non-invasive imaging the functional networks with high temporal resolution. Despite this activity we are still missing reliable techniques that would demonstrate sufficient reproducibility of functional networks analysis results.

I will present the novel approach for detection of cortical functional networks and their temporal synchrony profiles. Operating in the interacting topographies space we use subspace matching metrics to extract a set of networks with their synchronicity profiles that explain the variance in the cross-spectral tensor of EEG or MEG sensor signals, much like regular dipoles and their activations explain the variance in the regular evoked responses.

#### ДИСТАНТНОЕ ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ НА ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРИТЕЛЬНЫХ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ P300

Павлов К.И.<sup>1</sup>, Мухин В.Н.<sup>1</sup>, Каменская В.Г.<sup>2</sup>, Клименко В.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup> ГОУ ВПО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», Елец, Россия, youngexp@yandex.ru

В литературе представлены данные о негативном и позитивном влиянии наночастиц на животных и человека, полученные при непосредственном контакте наночастиц с организмом. Нами выявлено дистантное влияние поверхности, покрытой наночастицами меди, на слуховые вызванные потенциалы. Мы предположили, что механизм дистантного влияния основывается на взаимодействии наночастиц с электромагнитными излучениями природного происхождения, при этом происходят изменения отражающих свойств наноструктур, способных оказывать специфические физиологические эффекты отличные от эффектов, оказываемых непосредственно природными излучениями. **Целевая задача исследования:** изучить дистантное влияние наночастиц меди на характеристики зрительных когнитивных вызванных потенциалов P300 (ЗКВП).

**Методы.** Объектом исследования являлась группа студентов-добровольцев (n=10), средний возраст которых составил 25.9±3.5 лет. На расстоянии 2,5 метра от испытуемых располагались поверхности 40x60 см (картина и холст), покрытые наночастицами меди. Для сравнения демонстрировались аналогичные поверхности, но без нанопокртия. Длительность экспозиции – 15 мин. Регистрация ЗКВП проводилась электроэнцефалографом «Энцефалан-ЭЭГР-19/26». Статистический анализ достоверности различий проводился с помощью z-критерия Уилкоксона, также применялся двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями.

**Результаты.** Показано, что наночастицы меди дистантно влияют на характеристики зрительных вызванных потенциалов P300: сокращаются латентности пиков P1 и N2 в правом центральном отведении, P3 и N3 в левом теменном отведении. Результаты свидетельствуют об интенсификации когнитивных процессов восприятия и опознания, памяти и принятия решений по выделению значимых зрительных стимулов. Дисперсионный анализ показал, что фактор условий внешней среды (вероятно, естественных сезонных изменений земной и космической погоды) модулирует влияние фактора нанопокртия на амплитуду пика N2 в правом лобном отведении и на латентность пика N2 в правом центральном отведении. Таким образом, наиболее чувствительными к сочетанному воздействию наночастиц и погодных факторов являются те параметры ЗКВП, которые связаны с когнитивными функциями опознания зрительных стимулов. *Работа выполнена в рамках госзадания РФ 49/12 ГЗП ЗН № 4.638.2011 (руководитель. – В.Г. Каменская).*

#### THE DISTANT INFLUENCE OF COPPER NANOPARTICLES ON ELECTROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF VISUAL EVOKED POTENTIALS P 300

K.I. Pavlov<sup>1</sup>, V.N. Mukhin<sup>1</sup>, V.G. Kamenskaya<sup>2</sup>, V.M. Klimentko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Experimental Medicine, St.Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Bunin Yelets State University, Russia, Yelets,  
youngexp@yandex.ru

Many studies point to negative and positive impact of nanoparticles on the organism. Earlier we discovered that surface covered with copper nanoparticles has distant influence on auditory evoked potentials P300. We assumed that mechanism of the distant influence of nanoparticles on the organism based on the interaction of nanoparticles with natural electromagnetic radiation. Nanoparticles could change the reflective properties of surfaces and therefore cause specific physiological effects.

**The aim of our study** was to investigate whether copper nanoparticles have distant influences on electrophysiological characteristics of cognitive process, namely visual evoked potentials P300.

#### **Methods**

10 females (mean age 25.9±3.5) were located near surfaces (a picture and a blank canvas, size of 40x60 cm) covered with copper nanoparticles on the distance of 2.5 meters. Duration of exposure was 15 minutes. Similar surfaces without nano-texture were used for comparison.

Electroencephalograph "Encephalan-EEGR-19/26" was used for registration of electrophysiological characteristics of visual evoked potentials P300. Statistical methods were z-Wilcoxon test and two-factor analysis of variances with repeated measures.

#### **Results**

We discovered that copper nanoparticles cause decreasing of latencies of the peaks P1 and N2 in the right central lead and the peaks P3 and N3 in the left parietal lead. These results showed that copper nanoparticles distantly induced intensification of cognitive processes such as perception and recognition, memory and decision-making of significant visual stimuli.

Analysis of variance showed that environmental factor (which may be natural seasonal changes of terrestrial and space weather) modulates the effect of copper nanoparticles on the amplitude of N2 peak of the right frontal lead and the latency of N2 peak in the right central lead. Thus the most sensitive to the combined effect of nanoparticles and environmental factors was those parameters of the visual evoked potentials P300 which were associated with cognitive function of recognition of visual stimuli.

*The study was supported by grant 49/12 ГЗП ЗН № 4.638.2011 (Head – V.G. Kamenskaya).*

### **РОЛЬ РЕЦЕПТОРОВ СЕРТОНИНА (5-НТ1А) В БАЗОЛАТЕРАЛЬНОЙ МИНДАЛИНЕ В МОДУЛЯЦИИ ПОВЕДЕНИЯ КРЫС С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ТРЕВОЖНОСТИ И СТРАХА**

**Павлова И.В.<sup>1</sup>, Рысакова М.П.<sup>1</sup>, Брошевицкая Н.Д.<sup>2</sup>, Аксенова Ю.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup> Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия; pavlofml@mail.ru

В задачу работы входило исследование роли рецепторов серотонина 5-НТ1А в базолатеральной миндалине в модуляции уровня тревожности и условнорефлекторного страха у животных с различными индивидуально-групповыми особенностями поведения. Классификацию крыс на группы высоко-(ВТ) и низкотревожных (НТ) животных проводили на основании времени выходов в открытые рукава приподнятого крестообразного лабиринта, а на группы много- (МНЗ) и малозамирающих (МАЗ) животных – в зависимости от времени замирания в тесте после выработки классического оборонительного условного рефлекса на звук. В базолатеральную миндалину вводили локально либо агонист (8-ОН DPAT, 0.3 мкг/0.5 мкл), либо антагонист 5-НТ1А рецепторов (WAY-100635, 0.2 мкг/0.5 мкл), либо физиологический раствор (контроль, 0.5 мкл). Введение агониста оказывало анксиолитическое действие на крыс в приподнятом крестообразном лабиринте, антипаническое действие в приподнятом Т-образном лабиринте, а также уменьшало проявление условнорефлекторного страха в виде замирания и ускоряло его угашение. Введение антагониста оказывало анксиогенное действие на крыс в приподнятом крестообразном лабиринте, уменьшало проявление условнорефлекторного страха в виде замирания, ускоряло его угашение, а также препятствовало повторной выработке страха. В тестах на тревожность введение агониста оказывало наибольшее влияние на поведение НТ, а антагониста – ВТ крыс. Лиганды 5-НТ1А рецепторов оказывали наибольшее влияние на проявление страха у МАЗ крыс по сравнению с МНЗ животными. МНЗ крысы были более чувствительные к введению лигандов 5-НТ1А рецепторов при угашении и повторной выработке условного рефлекса. Полученные результаты свидетельствуют о том, что рецепторы 5НТ1А в миндалине играют большую роль в модуляции уровня тревожности, паникоподобного поведения, в проявлении условнорефлекторного страха, его угашении и при повторном обучении. Обнаружена различная чувствительность к введению препаратов в миндалину у животных с разным уровнем тревожности и разным проявлением страха.

### **THE ROLE OF SEROTONIN RECEPTORS (5-HT1A) IN BASOLATERAL AMYGDALA IN MODULATION OF BEHAVIOR IN RATS WITH DIFFERENT LEVELS OF ANXIETY AND FEAR**

**<sup>1</sup>Pavlova I.V., <sup>1</sup>Rysakova M.P., <sup>2</sup>Broshevickaja N.D., <sup>2</sup>Aksenova Yu. V.**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences; <sup>2</sup>Moscow state University; Moscow, Russia; e-mail: [pavlofml@mail.ru](mailto:pavlofml@mail.ru)

The aim of the study was to investigate the involvement of 5-HT1A receptors in the basolateral amygdala (BLA) in regulation of anxiety and conditioned fear in rats with individual behavioral differences. The animals were selected for high and low anxiety behavior (HA and LA rats) in elevated plus-maze, percentage of open arm time was used as a discriminating variable. The rats were also selected for high and low freezing response in the fear conditioning test (HR and LR rats), using the duration of freezing as a discriminating variable. Male Wistar rats were implanted with bilateral cannulae aimed at BLA and infused with selective 5-HT1A-R agonist 8-OH-DPAT (0.3 µg/0.5 µl), antagonist WAY-100635 (0.2 µg/0.5 µl) or saline (0.5 µl). The results showed that intra-BLA injection of 8-OH-DPAT induced anxiolytic and panicolytic effects in elevated plus-maze and elevated T-maze, accelerated conditioned fear extinction and decreased fear expression in fear test. The microinjection of WAY-100635 into the

BLA induced anxiogenic effect in elevated plus-maze, accelerated conditioned fear extinction, decreased freezing duration in fear test, prevented fear re-learning. In elevated plus-maze and elevated T-maze injection of agonist mainly influenced on LA rats, whereas antagonist influenced on HA rats. The 5-HT<sub>1A</sub> receptors ligands decreased fear expression in LR rats. Introduction of the 5-HT<sub>1A</sub> receptors ligands mainly influenced on extinction and fear re-learning in HR rats. These findings suggest an important role of 5-HT<sub>1A</sub> receptors within the BLA on anxiety, expression, extinction and re-learning of conditioned fear. Overall, these data demonstrate that rats with low and high anxiety or fear differ in their sensitivity to serotonergic drugs.

**ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭМОЦИОНАЛЬНО-БОЛЕВОГО СТРЕССОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА  
МЕТИЛИРОВАНИЕ ГИСТОНА H3 ПО ЛИЗИНУ 9 В СТРУКТУРАХ МОЗГА КРЫС С РАЗЛИЧНОЙ  
ВОЗБУДИМОСТЬЮ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Павлова М.Б., Левина А.С., Ширяева Н.В., Дюжикова Н.А., Вайдо А.И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН,  
Санкт-Петербург, Россия; [marina.absp@mail.ru](mailto:marina.absp@mail.ru)

Исследовали роль репрессирующей транскрипцию эпигенетической модификации гистона H3- di-methyl K9 (H3K9me<sub>2</sub>) нейронов префронтальной коры, гиппокампа (поле CA3) и базолатеральной амигдалы в формировании долговременных патологических постстрессорных состояний (посттравматическое стрессовое расстройство – ПТСР и компульсивное расстройство – КР) в связи с индивидуальной изменчивостью по уровню возбудимости нервной системы (модель : линии крыс ВП и НП, низковозбудимая и высоковозбудимая, соответственно). Показано, что длительное эмоционально-болевое стрессорное воздействие (ДЭБС) вызывает снижение числа иммунореактивных клеток в префронтальной коре низковозбудимых крыс линии ВП через 24 часа после воздействия, с сохранением эффекта спустя 2 недели. Через 2 месяца наблюдали эффект увеличения количества иммунореактивных клеток по сравнению со значениями этого показателя в контроле. В гиппокампе, также у крыс линии ВП и только через 24 часа после воздействия, выявлено, напротив, повышение числа иммунореактивных клеток; к 2-м месяцам значения возвращались к контрольному уровню. В базолатеральной области амигдалы число иммунопозитивных клеток возрастало через 24 часа после ДЭБС у крыс обеих линий ВП и НП и сохранялось измененным до 2-х месяцев после воздействия. Таким образом, под влиянием ДЭБС выявлена структурно-временная специфичность изменений степени метилирования гистона H3 по лизину 9 в клетках трех районов мозга после воздействия, сохраняющихся до 2-х месяцев. У линии крыс с низкой возбудимостью нервной системы (модель ПТСР) ДЭБС вызывает разнонаправленные количественные изменения H3K9me<sub>2</sub> в клетках префронтальной коры, гиппокампа (поле CA3) и амигдалы. Тогда как в линии противоположного направления селекции по возбудимости (модель КС) длительные изменения H3K9me<sub>2</sub> обнаружены только в нейронах амигдалы. Полученные результаты дополняют спектр ранее выявленных эпигенетических мишеней действия ДЭБС и могут служить основой для разработки генно-инженерных методов лечения ПТСР и КС.

*Работа финансировалась грантом РФФИ № 16-04-00678*

**EFFECTS OF LONGTERM EMOTIONAL PAINFUL STRESS ON HISTONE H3 LYSINE 9 METHYLATION IN  
BRAIN STRUCTURES OF RATS WITH DIFFERENT EXCITABILITY OF NERVOUS SYSTEM**

**Pavlova M.B., Levina A.S., Shiryayeva N.V., Dyuzhikova N.A., Vaido A.I.**

I.P.Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia;  
[marina.absp@mail.ru](mailto:marina.absp@mail.ru)

We studied the role of epigenetic modification of histone H3 di-methyl K9 (H3K9me<sub>2</sub>) in neurons of the prefrontal cortex, hippocampus (area CA3) and basolateral amygdala in the formation of long-term pathological states (post-traumatic stress disorder – PTSD and compulsive disorder – KD) in connection with the individual variability of excitability of the nervous system (model: line HT and line LT of rats, with low and high excitability, respectively). It was shown that prolonged emotional painful stress (PEPS) caused a decrease of the number of immunoreactive cells in the prefrontal cortex of HT rats in 24 hours of exposure, saving effect 2 weeks later. In 2 months the effect of increasing the number of immunoreactive cells was observed, in comparison with the values of this index in the control. The increase in the number of immunoreactive cells in the hippocampus of NT rats was observed only 24 hours after exposure. In 2 month the values returned to the control level. In the basolateral amygdala the number of immunopositive cells increased within 24 hours after PEPS in rats of the both the HT and LT lines, and the changes persisted for 2 months after the influence of PEPS. In rats with low excitability of the nervous system (model PTSD) PEPS induced multidirectional H3K9me<sub>2</sub> quantitative changes in the cells of the prefrontal cortex, the hippocampus (area CA3) and the amygdala. While in the LT line (model KD) the longterm H3K9me<sub>2</sub> changes were found only in neurons of the amygdala. The results complement the range of previously identified epigenetic targets of the PEPS actions and can serve as a basis of genetic engineering methods for the treatment of the PTSD and the KD.

*This work was financed by grant RFBR № 16-04-00678*

**НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ОДНОМОДАЛЬНОЙ И КРОССМОДАЛЬНОЙ  
СЕНСОРНОЙ МАСКИРОВКИ**

**Павловская М.А.**

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия, [mpavlovskaya@mail.ru](mailto:mpavlovskaya@mail.ru)

Известно, что нейронные колебания мозга на различных частотах образуют иерархию скоординированной деятельности, циклическим образом модулируя когнитивные процессы (Thut et al., 2012), усиливая или подавляя обнаружение внешних раздражителей (Schroeder et al., 2010). Для изучения



механизмов игнорирования или привлечения внимания к отдельным стимулам в паттерне использовалась сенсорная (прямая, обратная и охватывающая) маскировка.

Регистрация электроэнцефалограммы (ЭЭГ), времени реакции (ВР) и режим стимуляции осуществлялись с помощью компьютерного энцефалографа «Энцефалан-131-03» (Таганрог, Россия). ЭЭГ записывалась в 21 стандартном отведении с полосой пропускания 0,5-70 Гц. Оцифрованная ЭЭГ экспортируется в среду MATLAB для дальнейшей обработки. В условиях обратной маскировки целевой стимул предшествует маскеру, а при прямой – наоборот. Процедура охватывающей маскировки представляет совокупность трех стимулов одной или разных модальностей, где первый и третий стимулы – маскировочные, второй – целевой стимул. В качестве дифференцировочных целевых стимулов использовались тоны частотой 1,0 и 1,2 кГц, интенсивностью 80 дБ, длительностью 30 мс или 1-2 вспышки, длительностью 2 мс, яркостью 9 кД. Вероятность целевых стимулов составляла 0,85; 0,5 и 0,15. Маскерами были 30 мс тон частотой 1,1 кГц, 90 дБ или 5 мс вспышка, яркостью 9 кД. Межмаскировочные интервалы составляли 500, 300, 200, 100 и 50 мс. Протестировано 115 человек без видимых патологий органов зрения и слуха.

Показано, что латентный период различения одномодальных и кроссмодальных целевых стимулов в условиях маскировки зависел от вероятности их предъявления и межмаскировочного интервала. Следовательно, механизм одномодальной маскировки в большей степени связан с динамикой возбужденности (рефрактерностью) исследуемого канала сенсорного анализа, а в условиях кроссмодальной маскировки – механизмами коактивационной параллельной обработки и особенностями межсенсорной интеграции.

Адаптивная фильтрация дельта, тета и альфа ритмов ССП в условиях одно- и кроссмодальной прямой, обратной и охватывающей маскировок, показала, что независимо от модальности и порядка следования целевого стимула и маскера: 1) восприятие маскера связано с десинхронизацией дельта-ритма и доминированием тета-ритма ССП; 2) дифференцировка целевых стимулов связана с повышением дельта-ритма и снижением тета-ритма, что может быть связано с формированием направленного \ селективного внимания к ним; 3) флуктуация авторитмичности альфа-ритма (лобный и теменно-затылочный фокусы), возможно, организует межмодальную сенсомоторную интеграцию посредством направления внимания на воспринимаемый стимул. Мы предполагаем, что увеличение дельта колебаний ССП связано с привлечением внимания к целевому стимулу, а тета – с игнорированием маскировочного стимула. Однако взаимодействие дельта- и тета-ритмов, по литературным данным, проявляется в фазово-амплитудной координации ритмов, которая заключается в том, что фаза низкочастотных колебаний модулирует амплитуду более высокочастотных осцилляций в иерархическом порядке. Это происходит в обоих гиппокампах (Buzsaki, 2012) и неокортексе (Lakatos et al., 2007), что позволяет обрабатывать и передавать информацию по иерархии частотного диапазона (временной шкале) (Calderone et al., 2014; Harmony, 2013).

Следовательно, мозговые колебания могут способствовать обработке информации в мозге человека различными способами, создавая гибкую динамичную систему, работающую по принципу суперпозиции / синергичности или мультиплексирования.

### **NEUROPHYSIOLOGICAL MECHANISMS UNIMODAL AND CROSSMODAL MASKING** **Pavlovskaya M.**

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, [mpavlovskaya@mail.ru](mailto:mpavlovskaya@mail.ru)

The main function of any perceptual system is to extract useful information from the signal flow through correlation the level of voluntary and involuntary attention. However, additional resources of attention (or redistribution of them) are support the formation of the cyclic model of stimulus sensation in the perception of complex patterns of multi-sensory stimulation with short intervals between its components. The study aimed at the mechanisms of resource allocation of attention, depending on the importance (target, ignored) and modality in a forward, back and surround masking.

115 students were tested from SFU. Surround masking consists of three stimulus same or different modalities. The first and third stimuli were always masker (more intense). Second stimulus was the target where must to bottom press. Target auditory stimulus was frequency of 1 or 1.2 kHz, the intensity of 60 dB, the probability of 0.15; 0.5 and 0.85. Masker frequency was 1.1 kHz and intensity of 90 dB. EEG, reaction time and stimulation were record using computer encephalograph "Encephalan-131-03" (Taganrog, Russia). Digitized EEG exported MATLAB, which is held for further processing.

Analysis delta and theta rhythm ERP`s by components isopotential maps in surround masking showed different contribution of brain rhythms in the analysis of the target stimulus and masker. It is shown that the analysis of the target stimulus was accompanied by an increase in delta rhythmic activity and decreased theta rhythm ERP. The perception masker associated with theta oscillations ERP increase and delta decrease. It is assumed that the increase in delta oscillation ERP associated with directed attention to the target stimulus, and theta – ignoring the masking stimulus. In the paper we discussed the functional role of delta and theta rhythmic activity of the human brain, depending on the modality of the target and masking stimulus and their order.

### **ВЛИЯНИЕ МОНОДИЕТЫ НА КРЫМСКИХ И ПОДМОСКОВНЫХ ВИНОГРАДНЫХ УЛИТОК** **Палихова Т.А.**

Кафедра психофизиологии факультета психологии Московского Государственного Университета имени М.В. Ломоносова. E-mail: [palikhova@mail.ru](mailto:palikhova@mail.ru)

Виноградные улитки являются одним из хорошо изученных объектов нейробиологических исследований. В нашей лаборатории на психологическом факультете МГУ с виноградными улитками тоже знакомы десятки лет. Иногда спорят, как правильно называть исследуемый объект, ведь на уровне идентифицируемых нейронов и синапсов, за которые нейробиологи их выбирают, различий в улитках из

разных мест нет. Считается, что крымские и подмосковные виноградные улитки относятся к разным видам, *Helix lucorum* L. и *Helix pomatia* L. У нас была возможность сравнить улиток этих видов в условиях длительной (до 2х лет) монодиеты. Нашей задачей было изучить влияние экзогенного кератина и предшественника серотонина, по количеству которых морковь и бананы, использованные для монодиеты, значительно отличаются, на морфологию, поведение и нейронную активность улиток. Обнаружили, что на морфологию улиток одного вида разная еда влияет так, что экспериментальных животных можно достоверно разделить на две группы только по окраске раковины, более темных (морковь) и светлых (бананы). Размер и вес у улиток этих групп не различались. Тем не менее оказалось, что по окраске улитки из Крыма (*Helix lucorum*) становятся ничем не отличимы от их родственников из Подмосквья (*Helix pomatia*). Выраженность рисунка у крымских улиток, находившихся на обеих монодиетах, полностью исчезает.

По поведенческим параметрам (скорость пробуждения и передвижения) все улитки, как находившиеся на разной монодиете, так и улитки разных видов, были сходны. Для сравнения электрической активности нейронов разных улиток, пока не хватает данных, хотя о влиянии экзогенного серотонина и каратиноидов на активность нервных клеток, многочисленные данные имеются в литературе.

Таким образом, для видового разделения крымских и подмосковных виноградных улиток у классификаторов должны быть более веские аргументы, чем только морфологические и поведенческие.

### **INFLUENCE OF MONO-DIET TO THE CRIMEAN AND OF THE MOSCOW REGION EDIBLE SNAILS Palikhova T.A.**

Department of psychophysiology of the faculty of psychology of the Moscow State University of name M.V. Lomonosov. E-mail: [palikhova@mail.ru](mailto:palikhova@mail.ru)

Edible snails are one of the well studied objects of neurobiological studies. In our laboratory at the psychological department of MGU with the snails many decades are also familiar. Sometimes we argue, as it is correct to call the object being investigated, whereas at the level of the identified neurons and synapses, for which the mollusks are selected by neurobiologists, there are no differences in the snails from the different spices.

It is considered that the Crimean edible snails and these of Moscow region relate to the different spices, *Helix lucorum* L. and *Helix pomatia* L. We have the possibility to compare the snails of these spices under the conditions of prolonged (to 2kh of years) mono-diet. We have the possibility to compare the snails of these spices under the conditions of prolonged (to 2kh of years) mono-diet. Our task it was study the influence of exogenous keratin and of precursor of serotonin, in quantity of which the carrot and the bananas, used for the mono-diet, considerably differ, to morphology, behavior and the neuron activity of snails. It was shown that the morphology of the snails of one spices the different food influences so that experimental animals can be reliably divided into two groups only on painting of shell, darker (carrot) and lighter (bananas). Size and weight of the snails of these groups were not distinguished. Nevertheless it turned out that on the painting snails from the Crimea (*Helix lucorum*) become anything not differ from their from the snails of the Moscow region (*Helix pomatia*). The manifestation of figure in Crimean snails completely disappears under both mono-diets.

All snails, both found on the different mono-diet and the snails of different spices, were similar from the behavioral parameters (speed of awakening and movement). For the comparison of the electrical activity of the neurons of different snails, there are no sufficient data until given be, although there are numerous data in the literature about the influence of exogenous serotonin and caratinoids on the activity of nerve cells.

Thus, to separate specifically of the Crimean and of the Moscow region edible snails the classifiers must have more arguments than only morphological and behavioral.

### **ВОЗДЕЙСТВИЕ СУТОЧНОЙ ЗАГРУЖЕННОСТИ РАБОТЫ С КОМПЬЮТЕРОМ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПАМЯТИ И ВНИМАНИЯ У СТАРШЕКЛАССНИКОВ**

**Панова С.А., Нагаева Е.И., Кириллова А.В., Янцев А.В.**

Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского, Симферополь, Россия, [enagaeva75@mail.ru](mailto:enagaeva75@mail.ru)

Как показали исследования воздействия работы за компьютером на организм школьников, изменения в показателях высшей нервной деятельности зависят от возраста пола, типа нервной системы, вегетативного статуса и от времени начала работы с компьютером. Ряд исследователей утверждает, что длительная работа за компьютером оказывает отрицательное влияние на показатели высшей нервной деятельности школьников, в частности нарушается способность формировать оригинальные представления, ухудшается речь и способность к коммуникации, способность координировать движения. Кроме того, существуют противоречивые сведения о влиянии времени пребывания за компьютером школьников и выборе деятельности (игровая, развивающая). Нами была поставлена задача – изучить влияние суточной продолжительности работы за компьютером на показатели памяти и внимания у старшеклассников. Было обследовано 30 учащихся 10-х классов МБОУ СОШ № 2 г. Симферополя с разным суточным временем работы за компьютером. Выделено три группы (по 10 человек каждая) по параметру продолжительности работы за компьютером 1-2 часа – 1 группа, 3-4 часа – 2 группа, более 5 часов – 3 группа. При изучении памяти и внимания использовались общепринятые стандартные методики: для исследования кратковременной и долговременной памяти использовалась методика А.Р. Лурия «Заучивание 10 слов». Для проведения исследования устойчивости внимания использовался тест «Корректирующая проба», «Таблица Горбова-Шульте». Полученные данные были статистически обработаны. Достоверность расхождения результатов в процентах определялась с помощью углового критерия Фишера.

Изучение кратковременной памяти в 3-х группах позволило установить достоверное снижение изучаемого показателя по сравнению с 1-ой группой с 9 до 7 слов (на 20%) во 2 группе и с 9 до 5 слов (на 40%) в 3 группе ( $P \leq 0,01$ ). Изучение показателей долговременной памяти показало достоверное снижение исследуемого показателя с 9 до 6 слов (на 30 %), во 2 группе и с 9 до 4 слов (на 55 %) в 3 группе ( $P \leq 0,01$ ), по

сравнению с первой. Изучение устойчивости внимания в трех группах позволило установить достоверное снижение данного показателя с 380 знаков до 250 знаков (на 30 %) во 2 группе и с 380 знаков до 130 (на 59%) в 3 группе ( $p \leq 0,01$ ). Исходя из полученных результатов, следует, что увеличение времени работы за компьютером с 1,5-2 часов (это физиологическая норма) достоверно ухудшает показатели памяти и внимания что, несомненно, может влиять на уровень усвоения знаний при обучении в школе.

### EFFECTS OF DAILY COMPUTER WORKING TO MEMORY AND ATTENTION INDICATORS AT SENIOR PUPILS

Panova S.A., Nagaeva E.I., Kirillova A.V., Yantsev A.V.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation, [enagaeva75@mail.ru](mailto:enagaeva75@mail.ru)

Studies have shown the impact of the computer work on the organism senior pupils. The changes are manifested in indicators of higher nervous activity and depends on the age,

sex as well as the vegetative status and the time start working with computer. Some researchers argues that the long-term work at the computer has a negative impact on the performance of the higher nervous activity of schoolchildren. This is manifested in particular disrupted the ability to form the original ideas, ability to communicate and ability to coordinate movements. In addition, there are conflicting reports on the effect of time working with a computer by schoolchildren and choosing of kind activities (games or something more serious).

We were given the task – to study the effect of daily duration of work at the computer in the memory performance and attention at schoolchildren. The study involved 30 schoolchildren of the 10th class secondary educational school № 2 of Simferopol with different time work at the computer. Three groups were recovered (10 persons each) depending on the duration of computer working: 1-2 hours – 1 group, 3.4 hours – 2 group, a 5 watches – 3 group. In the study of memory and attention we are using standard methodology: for the study of short-term and long-term memory used the methodology by A.R. Luria – "10 words memorizing." To study the stability of attention was used "proof-test" and "Gorbova-Schulte table." The obtained data been subjected to statistical analysis. The results were evaluated by the  $\phi$ - Fisher transformation.

There was a significant reduction in working memory performance in comparison with the first group. In the second group – from 9 to 7 words (20%) and from 9 to 5 words in the third group (40%) ( $p \leq 0,01$ ). Long term memory indices were also significantly decreased compared with the first group: in the second group from 6 to 9 words (30%), and from 9 to 4 words (55%) in group 3 ( $p \leq 0,01$ ). The study of stability of attention possible to establish a significant decrease in this indicator with 380 marks to 250 marks (30%) in the second group and from 380 to 130 marks (59%) in the third group ( $p \leq 0,01$ ). Based on the results, it follows that an increase in operating time at the computer with 1.5-2 hours (this is the physiological norm) significantly impairs the memory performance and attention that can undoubtedly influence the level of assimilation of knowledge in teaching in the school.

### ГИПОЛИПИДЕМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА МИКРОБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ХОЛЕСТЕРИНОКСИДАЗЫ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА ЖИВОТНЫХ

Парфёнова Н.С., Ключева Н.Н., Никульчева Н.Г., Белова Е.В., Виноградова Т.В., Калашникова Н.М., Окуневич И.В.

ФБГУ НИИ «Экспериментальной медицины» СЗО РАМН, С-Петербург, ул.акад.Павлова 12, Россия.  
[nnklyueva@gmail.com](mailto:nnklyueva@gmail.com)

На трёх видах животных с экспериментальной дислипидемией (ДЛП) установлена гипоплипидемическая активность фермента микробного происхождения холестериноксидазы (ХО-за), способного окислять холестерин. Под действием ХО-зы, значительно улучшается липидный спектр сыворотки крови, нарушенный при ДЛП: снижается содержание холестерина (ХС) атерогенных липопротеидов (ЛП) низкой и промежуточной плотности и увеличивается концентрация ХС антиатерогенных ЛП высокой плотности.

**Целью** данного исследования явилось изучение в эксперименте гипоплипидемической активности фермента микробного происхождения холестериноксидазы.

**Методы.** Для экспериментов использовали беспородных половозрелых животных самцов: крыс, морских свинок и кроликов. Экспериментальную ДЛП индуцировали разными способами в соответствии с «Методическими рекомендациями», используя диеты, обогащённые ХС. В опытах использовали высокоочищенную ХО-зу, полученную методом микробного синтеза с последующей химической очисткой в институте Антибиотиков Санкт Петербурга в полупроизводственных условиях. Фермент применяли в виде лиофильного высушенного препарата с активностью не менее 1 ед/мг, на субстанцию ХО-зы. Препарат ХО-зы имел очень низкую токсичность, исследовался в различных дозах, животные получали его перорально.

В сыворотке крови определяли ХС, триглицериды (ТГ) и холестерин липопротеидов высокой плотности (ХС-ЛПВП). ХС-ЛПНП и индекс атерогенности рассчитывали по известным формулам Фридвальда и Климова. Липопротеиды разделяли методом ультрацентрифугирования в градиенте плотности КВч. В образцах печени, после предварительной экстракции липидов, определяли ХС и ТГ. Содержание липидов определяли ферментативным методом, используя наборы фирмы Randox (Англия). Статистический анализ проводили с помощью программы "Statgraphics".

**Результаты.** Выявлено отчётливое гипоплипидемическое действие ХО-зы, фермента микробного происхождения. Так содержание общего ХС в сыворотке крови крыс снижалось на 40%, у морских свинок на 25%, у кроликов на 47%. У всех групп животных наблюдается повышение ХС-ЛПВП, снижение, повышенных при ДЛП ХС и ТГ печени. При этом повышенный коэффициент атерогенности и ХС –ЛПНП, снижаются под влиянием ХО-зы. Обнаружено нормализующее действие ХО-зы на нарушенный в условиях экспериментальной ДЛП спектр липидов. Известный препарат сравнения клофибрат показывает значительно менее эффективное гипоплипидемическое действие. А антиатерогенные изменения в ЛП под действием ХО-зы показывают, что этот фермент очень эффективен не только как гипоплипидемический препарат, но и как антиатеросклеротический.

**Вывод.** В фундаментальном исследовании на трёх видах животных, на нескольких моделях ДЛП, показано гипополипидемическое действие препарата микробного происхождения холестериноксидазы.

#### **HYPOLIPIDEMIC ACTIVITY OF AN ENZYME OF MICROBIAL ORIGIN OF CHOLESTEROL OXIDASE IN THE EXPERIMENT ON ANIMALS**

**N. Parfenova, N. Klyueva, N. Nikulicheva, E. Belova, T. Vinogradova, N. Kalashnikova, I. Okunevich**  
Federal State Budgetary Institution «Research Institute of Experimental Medicine». Saint-Petersburg, Russia,  
197376, [nnklyueva@gmail.com](mailto:nnklyueva@gmail.com)

The paper presents the data in the three kinds of experimental animals with dyslipidemia (DLP), where lipid-lowering activity of the enzyme of microbial origin cholesterol oxidase (CH-ox) capable of oxidizing cholesterol (CH) is found. Under the action of CH-ox, serum lipid profile improved significantly, irregularities in the DLP: reduced cholesterol (LDL) of atherogenic lipoproteins (LP) of low and intermediate density and the concentration of HDL antiatherogenic high-density LP increases.

**The purpose** of the study was to investigate the experimental lipid-lowering activity of the enzyme cholesterol oxidase of microbial origin.

**Methods.** For the experiments male mongrel adult animals: rats, guinea pigs and rabbits were used.

The experimental DLP was induced in different ways, using diets enriched with cholesterol. In experiments highly purified CH-ox (obtained by microbial synthesis followed by chemical treatment in the St. Petersburg Institute of Antibiotics) was used. The drug CH-ox had a very low toxicity, was investigated at various doses, the animals received it orally.

In blood serum CH, triglycerides (TG) and HDL cholesterol (HDL-CH). LDL-CH and atherogenic index were calculated by the known formulas by Friedewald and Klimov. Lipoproteins were separated by density gradient ultracentrifugation. Samples of liver, after preliminary extraction of lipids, CH and TG levels were determined. The lipid content was determined by an enzymatic method using a recruitment firm Randox (England). Statistical analysis was performed using the program "Statgraphics". All procedures and animal experiments were carried out in accordance with the "Rules of good laboratory practice in the Russian Federation." (Directive of the European Parliament and the European Union №2010 / 63 / UOM). Rules approved by order of the Ministry of Health of the Russian Federation №267 from 19.06.2003 and approved by the Ethics Committee of the Biomedical Institute of Experimental Medicine.

**Results.** The experiments revealed a distinct lipid-lowering effect of CH-ox, microbial enzyme. Thus, the content of total CH in serum of rats was reduced by 40%, of guinea pigs by 25%, of rabbits by 47%. In all groups of animals increase in HDL-CH levels, reduction, increased at DLP liver CH and TG levels was observed. Besides, the increased ratio and atherogenic LDL fall under the influence of CH-ox. A normalizing effect on the CH-ox disturbed in experimental birefringence spectrum of lipids was found. A well-known drug clofibrate shows much less effective lipid-lowering effect. An antiatherogenic change under the action of CH-ox indicates that this enzyme is very effective not only as a hypolipidemic drug, but also as antiatherosclerotic one.

**Conclusion.** In the fundamental study with several models of DLP we show lipid-lowering effect of the drug microbial cholesterol oxidase on three kinds of animals.

#### **ИЗМЕНЕНИЯ АГРЕССИВНОСТИ И ТРЕВОЖНОСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ КАК РЕЗУЛЬТАТ СЕЛЕКЦИИ НА КОГНИТИВНЫЙ ПРИЗНАК**

**Перепелкина О.В., Тарасова А.Ю., Голибродо В. А., Лильп И.Г., Полетаева И.И.**

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия [perepel73@mail.ru](mailto:perepel73@mail.ru)

Селекция мышей на высокую способность решения задачи на экстраполяцию направления движения пищевого стимула, с одновременным отбором на низкий уровень тревожности в этом тесте проводится с 2008 года. В настоящее время получено 15 поколений селекционируемой линии (линия ЭКС) и контрольной гетерогенной популяции КоЭКС. Ответа на отбор (т.е. повышение значения селекционируемого признака) не выявляется, однако, межлинейные различия были выявлены в тревожности и межсамцовой агрессивности. Показатели тревожности (тест ПКЛ) в F4 и F6 у мышей ЭКС были ниже, чем в контроле. Однако в F8 – эти различия сгладились – произошло повышение тревожности у линии ЭКС. В поколениях F9 – F12 различий между ЭКС и КоЭКС и тревожности не было. Агрессивное поведение (тест со «стандартным оппонентом») оценивали у 5-7 мес. мышей-самцов линий ЭКС и КоЭКС в F5,10,12 и 15 (поколения селекции). В качестве «стандартных оппонентов» оппонентов использовали старых самцов (возраст 11-12 месяцев) низко агрессивной аутбредной популяции. Тест проводили в течение 3 дней, по 20 мин. В F5 поколении самцы ЭКС были более агрессивными, чем контрольные мыши, по числу атак, латентному периоду первой атаки, числу эпизодов «принудительного груминга», актов обнюхивания и эпизодов «биения хвостом», различия достоверны. В F10, 12 и 15 картина изменилась, у мышей КоЭКС показатели межсамцовой агрессии стали достоверно выше, чем у ЭКС. Доля мышей ЭКС, обнаруживших прямые атаки (за 3 дня тестов) в F5 была достоверно выше, чем среди КоЭКС (87% и 12%). В F10, 12 и 15 самцов с «прямыми атаками» среди ЭКС было не более 20%, тогда как среди КоЭКС их было 78%.

Таким образом, в процессе селекции на когнитивный признак происходили изменения в уровне экспрессивности межсамцовой агрессии. Следует отметить, что в процессе селекции было обнаружено, что у мышей линии ЭКС был достоверно ниже уровень неophobia. Поскольку признак, на который ведется селекция линии ЭКС, в течение 15 поколений отбора не изменился, обнаруженные различия, по всей видимости, нельзя отнести к категории коррелированных признаков (которые часто обнаруживают при искусственном отборе). При выполнении работы авторы руководствовались правилами Декларации ЕС 2010 (2010/63/EU). Работа частично поддержана РФФИ, грант 13-04-00747А, тема «Нейробиологические основы поведения животных. Регистр. № НИОКТР АААА-А16-116021660055-1».

## CHANGES IN AGGRESSION AND ANXIETY IN LABORATORY MICE AS THE RESULT OF SELECTION FOR COGNITIVE TRAIT

**Perepelkina O.V., Tarasova A.Yu., Golibrodo V.A., Lilp I.G., Poletaeva I.I.**  
Lomonossov Moscow State University, Moscow, Russia [o\\_perepel73@mail.ru](mailto:perepel73@mail.ru)

The experiment with selection of mice for the high indices of cognitive trait (the capacity to extrapolate the direction of food stimulus movement) with the concomitant selection against the anxiety extremes in this case was started in 2008. The 15 selection generations were bred of strain EX and the control unselected genetically heterogeneous population – CoEX. Up to F15 no response to selection (increase of cognitive task indices) was achieved. Although the differences in anxiety and in the intermale aggression levels were found.

The EPM anxiety indices were lower in EX mice, than in controls in F4 and 6 But in F8, these differences disappeared as the increase in EX anxiety levels took place. In F9 – F12 no differences in anxiety between EX and CoEX mice were found.

Aggressive behavior (standard opponent test) was evaluated in male mice (age 5-7 months) in F5,10,12 and 15. The aged (11-12 months) males of heterogynous low-aggressive populations were used as standard opponents. Mice were tested during 3 days for 20 min. The EX males were more aggressive, than controls in F5. The significant differences were found for the numbers of attacks, attack latencies, numbers of "aggressive grooming" episodes, of naso-anal contacts and tail-rattlings. The pattern of differences changed in F10-15. The intermale aggression indices now were higher in CoEX mice in comparison to EX. In F5 the proportion of EX mice, which displayed the overt attacks (during 3 days of testing) was significantly higher than in CoEX (87% versus 12%), while in later generation (F10-15) the respective index in EX was not higher than 20%, while it was 78% in CoEX.

Thus the artificial selection for cognitive trait resulted in changes of intermale aggression levels. It should be mentioned, That the neophobic reactions changes were found in the course of this selection, which was significantly lower in EX mice. As no changes occurred in the degree of trait which was under selection, it is rather improbable that the changes described belong to the category of "correlated traits" (which frequently occur in artificial selection experiments). The work was performed using the guidelines of EC Declaration 2010 (2010/63/EU). Partly supported by RFBR, grant N 13-04-00747 A, state registration theme: "Neurobiology of animal behavior" N NIOKTR AAAA-A16-116021660055-1.»

## ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОДЕГЕНЕРАЦИИ, ИНДУЦИРОВАННОЙ КАИНАТОМ И ТРИМЕТИЛОЛОВОМ В ГИППОКАМПЕ

**Першина Е.В.<sup>1,3</sup>, Гордон Р.Я.<sup>2</sup>, Архипов В.И.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики, Пушкино, Россия; <sup>2</sup> - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биофизики клетки, Пушкино, Россия; <sup>3</sup> - Пушкинский государственный естественно-научный Институт. [Pershina-ev@mail.ru](mailto:Pershina-ev@mail.ru)

В работе изучали нейродегенеративные процессы в гиппокампе крыс после действия каината (каинатная модель) или хлорида триметилолова (ТМТ-модель). Первичной мишенью каината являются каинатные ионотропные рецепторы, а предположительной мишенью ТМТ – мембранносвязанный белок митохондрий – станнин. Эксперименты проводили на самцах крыс Вистар. При каинатной модели опытным животным вводили каинат в дорсальный гиппокамп в дозе 0,2 мкг; контрольной группе крыс вводили изотонический раствор NaCl. При ТМТ-модели опытной группе животных вводили ТМТ (7 мг/кг, п.к.); контрольной группе – изотонический раствор NaCl. Через 24 и 48 часов после ТМТ крысам вводили нембутал (20 мг/кг, в.б.), для предотвращения развития судорожной активности.

Нейродегенеративные процессы изучали методами:

- поведенческого тестирования (выработка пищедобывательного навыка и его воспроизведение в специальной экспериментальной камере, обучение в лабиринте со сменой подкрепляемого отсека);
- исследования экспрессии генов (методом ОТ-ПЦР);
- методом окрашивания срезов гиппокампа крезоловым фиолетовым.

В результате выявлены сходства и различия в нейродегенерации при каинатной и ТМТ-моделях. В обоих случаях показана преимущественная гибель клеток в поле СА3 гиппокампа по типу некроза. В отличие от ТМТ-модели при действии каината происходила дальнейшая гибель клеток в поле СА1. Нарушение когнитивных функций выявлено как в одной, так и в другой модели, однако каинат вызывал более значительные изменения в поведении животных. Результаты исследования уровней мРНК показали наличие эксайтотоксичности в механизмах гибели нейронов как при действии каината, так и ТМТ. Об этом свидетельствует сложная, разнонаправленная динамика экспрессии генов рецепторов ГАМК и глутамата. Кроме того, изменение уровня экспрессии станнина подтвердили его важную роль в механизмах ТМТ-токсичности. Исходя из результатов работы, можно предположить, что морфо-функциональные нарушения гиппокампа, вызванные ТМТ, компенсируются более успешно, чем вызванные каинатом, что указывает на потенциал ТМТ-модели для разработки новых средств терапии нейродегенеративных заболеваний.

*Работа поддержана РФФИ-мол\_а № 16-34-01167*

## PECULIARITIES OF NEURODEGENERATION INDUCED BY KAINATE AND TRIMETHYLITIN IN THE HIPPOCAMPUS

**Pershina E.V.<sup>1,3</sup>, Gordon R.Ya.<sup>2</sup>, Arkhipov V.I.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> - Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russian Federation; <sup>2</sup> - Institute of Cell Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russian Federation; <sup>3</sup> - Pushchino State Institute of Natural Sciences. [Pershina-ev@mail.ru](mailto:Pershina-ev@mail.ru)

Neurodegenerative processes in the hippocampus of rats after treatment with kainate (kainate model) or with trimethyltin chloride (TMT- model) were studied in this work. The primary target of kainate is kainate ionotropic receptors, and presumable target of TMT – mitochondrial membrane-bound protein stannine. Experiments were performed on male Wistar rats. At kainate model, experimental animals injected with kainate into the dorsal hippocampus in the dose of 0.2 mkg; a control group of rats were treated with saline. At TMT-model, experimental animals injected with TMT (7 mg/kg, i.p.); control group – saline. Additionally, rats were treated with nembutal (20 mg/kg, i.p.) at 24 and 48 hours after TMT to prevent the development of seizures.

Neurodegenerative processes studied by:

- behavioral tests (training and retrieval of food-procuring task in a special experimental chamber; training in a maze with a change of reinforcement compartment);
- gene expression studies (RT-PCR);
- the method of staining with cresyl violet of hippocampal slices.

As a result, some similarities and differences in neurodegeneration at kainate and TMT-models were identified. In both cases, the cell death in hippocampal CA3 predominantly by necrosis was shown. Unlike the TMT model, kainate induced further cell death in the CA1 field. Cognitive impairment observed in one and in the other models, but kainate induced more significant change in animal behavior. The study of mRNA level showed the presence of excitotoxicity in the mechanism of neuronal death induced as kainate and TMT. A complex, multidirectional dynamics of gene expression of GABA and glutamate receptors evidenced by it. Furthermore, change of stannin expression confirmed its important role in the mechanisms of TMT-toxicity. From the results, it can be assumed, that morphological and functional disorders of the hippocampus caused by TMT, compensated more effectively than induced by kainate, indicating the potential of TMT-model for developing new therapies for neurodegenerative diseases.

*This work was supported by RFBR-mol\_No 16-34-01167.*

## **КОРРЕКЦИЯ И АБИЛИТАЦИЯ КОМПЕНСАТОРНЫХ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ У СЛАБОВИДЯЩИХ ДЕТЕЙ**

**Петкевич А.И.<sup>1</sup>, Кузнецова Ю.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Липецкий государственный педагогический университет», Липецк, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Поликлиника №3» Управления делами Президента, Москва, Россия; [julianevrologi@yandex.ru](mailto:julianevrologi@yandex.ru)

Усвоение слабовидящими детьми 4 – 5 лет разнообразных знаний и умений зависит не только от развития зрительной функции, но и от уровня формирования у них других сохранных сенсорных функций. Мы предполагали, что коррекционно-развивающие занятия для слабовидящих детей окажут иницирующее влияние на взаимодействие и интеграцию сенсорных функций в процессе их функциональной дифференциации (височно-теменно-затылочное перекрытие) и будут способствовать более или менее адекватному замещению функций зрительного анализатора. Цель исследования: возможность интеграции технологии формирующего обучения слабовидящих детей специальным коррекционным и абилитационным упражнениям в процессе развития у них сохранных сенсорных систем, как варианта компенсаторной реакции организма. Задачи исследования: определить уровни формирования тактильно-кинестетических, проприоцептивных, обонятельных и слуховых способностей у слабовидящих детей для выявления альтернативной возможности воспринимать признаки и свойства предметов окружающей их действительности посредством компенсаторной деятельности сохранных сенсорных систем с последующим инвариантным применением комплекса специально подобранных упражнений, влияющих на их активацию. В процессе изучения уровней формирования ощущений было выявлено, какими сохранными анализаторами, как преобладающими, пользуются слабовидящие дошкольники 4 – 5 лет: слуховой анализатор используют как наиболее информативный 10 % детей, тактильно-кинестетический анализатор – наиболее успешно используют также 10 %, обонятельный анализатор – используют как ведущий уже 20 %, проприоцептивный анализатор – используют в степени, доступной анализу, 40% . Данные цифры свидетельствуют, что слабовидящие дети 4 – 5 лет не имеют достаточных знаний о возможности использования сохранных сенсорных функций для информативных ощущений, позволяющих компенсировать недостаточность зрительных образов. В качестве ведущего анализатора они используют остаточное зрение, не дающее в полной мере представление о многих визуальных предметах окружающего мира.

## **CORRECTION AND HABILITATION COMPENSATORY SENSORY SYSTEMS HAVE VISUALLY IMPAIRED CHILDREN**

**Pyatkevich A.I.<sup>1</sup>, Kuznetsova Yu.I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Lipetsk State Pedagogical University", Lipetsk, Russia; <sup>2</sup>Federalnoe State Budget Institution "The clinic №3» Office of the President, Moscow, Russia; [julianevrologi@yandex.ru](mailto:julianevrologi@yandex.ru)

Assimilation of visually impaired children 4 – 5 years of diverse knowledge and skills depends not only on the development of visual function, but also on the level of formation of their other intact sensory functions. We assumed that the correctional and educational activities for visually impaired children will have a triggering effect on the interaction and integration of sensory functions in the process of functional differentiation (temporo-parietal-occipital overlap) and will contribute to a more or less adequate replacement function of the visual analyzer. Objective: ability to integrate technology formative education of visually impaired children special correctional and habilitation exercises in the development of their intact sensory systems as variants of compensatory reactions. PURPOSE: To determine the levels of formation of tactile-kinesthetic, proprioceptive, olfactory and auditory abilities of visually impaired children to identify alternative opportunities to take the features and properties of

objects surrounding reality by compensatory activity intact sensory systems and then invariant using a set of specially selected exercises that affect their activation. been identified in the course of studying the levels of formation of sensations, however intact analyzers as predominant, are visually impaired preschool children 4 – 5 years: acoustic analyzer is used as the most informative 10% of children, tactile-kinesthetic analyzer – most successfully used as 10%, their olfactory system – used lead has a 20% proprioceptive analyzer – to the extent used, the available analysis, 40%. These figures show that visually impaired children 4 – 5 years old do not have sufficient knowledge about the possibility of using the intact sensory functions for informative experiences to compensate for lack of visual images. As the leading analyzer they use residual vision, not giving the full picture of the many visual objects of the surrounding world.

### **ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН В НЕЙРОПИЛЕ ЭКТОПИЧЕСКИХ АЛЛОТРАНСПЛАНТАТОВ ЭМБРИОНАЛЬНОГО НЕОКОРТЕКСА КРЫСЫ**

**Петрова Е.С.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экспериментальной медицины»,  
Санкт-Петербург, Россия . [iemmorphol@yandex.ru](mailto:iemmorphol@yandex.ru)

Метод нейротрансплантации клеток эмбриональных закладок ЦНС в поврежденный нерв позволяет изучать их развитие и дифференцировку в условиях измененного микроокружения, а также их влияние на рост регенерирующих нервных волокон реципиента. Ранее было показано, что через 1-2 мес после пересадки фрагментов дорсолатеральной стенки переднего мозгового пузыря эмбрионов крыс 14-15-сут развития в передавленный седалищный нерв взрослых крыс в трансплантатах дифференцируются нейроны и глиоциты. Между ними формируется нейропил, состоящий из отростков этих клеток. Целью настоящего исследования явилось выявление нервных волокон в нейропиле эктопических нейротрансплантатов эмбрионального неокортекса, используя ферментные иммуногистохимические маркеры нейромедиаторов, свойственных интернейронам неокортекса: глутаматдекарбоксилазы (GAD 67) для тормозных ГАМК-ергических нервных клеток, NO-синтазы (NOS) – для нитроксидергических нейронов, холинацетилтрансферазы (ChAT) – для холинергических клеток и тирозингидроксилазы (TH) для катехоламинергических нейронов. Установлено, что в нейропиле трансплантатов встречаются фрагменты нервных волокон, принадлежащие нейронам разной медиаторной принадлежности. Среди ChAT-иммунопозитивных волокон в толще трансплантатов можно видеть отростки диаметром 3-4 мкм, принадлежащие реципиенту. Изредка встречаются и тонкие волокна (до 1 мкм) с редкими варикозностями, принадлежащие отдельным холинергическим клеткам, которые удалось выявить в трансплантатах в этот срок. Фрагменты длинных отростков NO-ергических нервных клеток прослеживаются на расстоянии до 50 мкм. GAD67-иммунореактивные волокна (отростки ГАМК-ергических нейронов) встречаются в нейропиле редко. Отдельные TH-содержащие (катехоламинергические) терминальные окончания можно видеть вблизи кровеносных сосудов трансплантатов. Предположительно они попадают в трансплантат, сопровождая растущие в него кровеносные сосуды нерва реципиента. Показано, что аксоны некоторых нервных клеток, выявляющиеся в нейропиле трансплантатов, имеют варикозные расширения. Это позволяет предполагать, что вырабатываемые медиаторы могут участвовать в формировании микроокружения для регенерирующих волокон реципиента и прямо или опосредованно оказывать влияние на их рост.

### **IMMUNOHISTOCHEMICAL STUDY OF THE NERVE FIBERS IN THE NEUROPILOF OF THE ECTOPIC ALLOGRAFTS OF THE FETAL RAT NEOCORTEX**

**Petrova E.S.**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine",  
St. Petersburg, Russia [iemmorphol@yandex.ru](mailto:iemmorphol@yandex.ru)

Transplantation of embryonic CNS tissues is widely used in experiments concerning their development and differentiation in the new environment and to study their effects on nerve regeneration. Previously It has been shown that neurons and gliocytes are differentiated in embryonic neocortical grafts 1-2 months after transplantation in crushed sciatic nerve. Neuropil consisting of processes of these cells is formed. The aim of this study was the identification of nerve fibers in the neuropil of the ectopic embryonic neocortex grafts using immunohistochemical markers of interneurons of the neocortex: glutamate decarboxylase (GAD 67) for GABA-ergic nerve cells, NO-synthase (NOS) – for NO-ergic neurons, choline acetyltransferase (ChAT) – for cholinergic cells, and tyrosine hydroxylase (TH) – for catecholaminergic structures. Fragments of different nerve fibers were found in the neuropil of the graft. ChAT-positive cell processes of 3-4 μm in diameter are among the fibers in the graft. They belong to the recipient. The fine fibers (up to 1 μm) with varicosities are rare. They belong to rare cholinergic nerve cells. Fragments of long processes of the NO-ergic nerve cells can be traced for a distance of 50 μm. GAD67-immunoreactive fibers (processes of GABAergic neurons) found in neuropile are rare. Single TH-containing (catecholaminergic) terminals can be seen near the blood vessels of the graft. We assume that they penetrate into the graft with blood vessels growing from the surrounding nerve tissue of the recipient. Some axons of the nerve cells have varicosities. Consequently produced neurotransmitters can participate in the formation of a microenvironment for regenerating fibers and can influence their growth.

### **ГАЗОВАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ГАРДОС-КАНАЛОВ МЕМБРАНЫ ЭРИТРОЦИТОВ В НОРМЕ И ПРИ ПАТОЛОГИИ**

**Петрова И.В.<sup>1</sup>, Розенбаум Ю.А.<sup>1</sup>, Трубачева О.А.<sup>2</sup>, Ковалев И.В.<sup>1</sup>, Гусакова С.В.<sup>1</sup>, Бирулина Ю.Г.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Государственное бюджетное образовательное учреждение Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России, Томск, Россия; <sup>2</sup>НИИ кардиологии, Томск, Россия; [ivpetrova57@yandex.ru](mailto:ivpetrova57@yandex.ru)

Молекулы газов NO, H<sub>2</sub>S, CO, образующиеся в клетках организма, представляют собой новую группу внутри- и межклеточных посредников, которые регулируют ряд физиологических функций. Мишенями этих

молекул зачастую выступают белки ионных каналов. Gardos-каналы эритроцитов относятся к  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимым калиевым каналам средней проводимости, которые участвуют в программируемой гибели красных клеток крови (эриптозе), играют определенную роль в деформируемости и изменении объема эритроцитов, что имеет важное значение для микроциркуляции. Цель настоящей работы: исследовать влияние доноров NO (нитропрусида натрия, NH) и  $\text{H}_2\text{S}$  (гидросульфида натрия, NaHS) на амплитуду  $\text{Ca}^{2+}$ -или редокс-стимулированного гиперполяризационного ответа (ГО) мембраны эритроцитов.

В работе использовалась кровь здоровых доноров и больных сахарным диабетом 2 типа (СД 2 типа) в сочетании с артериальной гипертензией (АГ). Для изучения Gardos-каналов применялся потенциометрический метод непрерывной регистрации мембранного потенциала клеток по изменениям pH среды в присутствии протонофора. Активность каналов оценивалась по амплитуде гиперполяризационного ответа (ГО), полученного в присутствии  $\text{Ca}^{2+}$ -ионофора A23187 или искусственной электронно-донорной системы аскорбат – фенозинметосульфат.

У здоровых доноров амплитуда A23187-стимулированного ГО снижалась только в присутствии  $10^{-5}$  М НП, тогда как амплитуда редокс-вызванного ГО увеличивалась в присутствии  $10^{-6}$  и  $10^{-5}$  М НП, а при дальнейшем росте концентрации НП снижалась. У больных в присутствии  $10^{-7}$ ,  $10^{-6}$  и  $10^{-5}$  М НП достоверно снижалась амплитуда A23187-, но не редокс-стимулированного ГО эритроцитов. Изменения амплитуды A23187- и редокс-стимулированного ГО у здоровых доноров в присутствии NaHS также проявляли различную динамику. Так,  $5 \times 10^{-5}$  М NaHS достоверно увеличивал амплитуду A23187-, но не редокс-стимулированного ГО. Таким образом, газовые посредники NO и  $\text{H}_2\text{S}$  вмешиваются в регуляцию  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимой калиевой проницаемости мембраны эритроцитов как здоровых доноров, так и больных СД 2 типа. Неодинаковые эффекты NO и  $\text{H}_2\text{S}$  на параметры A23187- и редокс-стимулированного ГО могут быть обусловлены разными механизмами управления Гардос-каналами эритроцитов.

### **КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМО-РЕЗОНАНСНОЙ ГЕНЕТИКИ, ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МУЗЫКА И ЛОГИЧЕСКАЯ ГОЛОГРАФИЯ**

**Петухов С.В., Петухова Е.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения  
им. А.А. Благонравова РАН, Москва, Россия; [spetoukhov@gmail.com](mailto:spetoukhov@gmail.com)

Музыка является игрой в акустические резонансы, к которой люди удивительно предрасположены. С позиций развиваемой нами концепции системо-резонансной генетики [1-4] организм может рассматриваться как аналог музыкального синтезатора. Организм представляет собой огромный хор генетически наследуемых колебательных процессов. С формальной точки зрения он является колебательной системой со множеством степеней свободы. Подобные системы изучаются на основе матричного анализа. Полученные нами в матричной генетике результаты позволили выдвинуть концепцию о ключевой роли систем резонансных частот в генетике и моделировать генетические структуры и феномены на языке этих систем. Они привели, в частности, к выявлению генетических музыкальных строев (Фибоначи-ступенных или пентаграммных строев). Обнаружена связь бинарно-структурированных алфавитов ДНК и РНК с функциями Уолша, широко используемыми в теории управления и связи. На этой основе нами развивается теория «генетической логической голографии» для изучения и объяснения генетических феноменов, включая помехоустойчивость генетического кодирования. Математической основой этой теории являются решетчатые функции, логические операции с ними, а также изоморфные и гомоморфные преобразования Уолша. Обсуждаются параллелизмы между феноменами биологии и голографии. Отмечается перспективность применения этой теории для анализа бинарно-опозиционных последовательностей в генетике, музыке, поэзии, лингвистике и др. с установлением их корреляционных и иных характеристик.

#### **Литература**

- 1) Darvas, G., Koblyakov, A., Petoukhov, S., Stepanyan, I. (2012). Symmetries in molecular-genetic systems and musical harmony. – Symmetry: Culture and Science, 23, № 3-4, 343-375.
- 2) Petoukhov, S.V. (2015). Music and the modeling approach to genetic systems of biological resonances. – Lecture at the International conference «ISIS Summit Vienna 2015», 3-7 June, 2015, Vienna, Austria, <http://sciforum.net/conference/70/paper/2812>.
- 3) Petoukhov, S.V. (2016). The system-resonance approach in modeling genetic structures. – Biosystems, v.139, p.1-11, [http://petoukhov.com/PETOUKHOV\\_ARTICLE\\_IN\\_BIOSYSTEMS.pdf](http://petoukhov.com/PETOUKHOV_ARTICLE_IN_BIOSYSTEMS.pdf)
- 4) Петухов С.В. (2015). Концепция резонансов в генетике (резонансная биоинформатика). – Избранные труды VII Конгресса "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине", Санкт-Петербург, <http://www.biophys.ru/lib/sci/resonance/460-resonance-00001>.

### **THE CONCEPT OF SYSTEMIC-RESONANCE GENETICS, GENETIC MUSIC AND LOGICAL HOLOGRAPHY**

**Petoukhov S.V., Petukhova E.S.**

Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;  
[spetoukhov@gmail.com](mailto:spetoukhov@gmail.com)

Music is a game with acoustic resonances, to which people are remarkably predisposed. From the standpoint of our concept of system resonance genetics [1-4], a living organism can be considered as an analogue of music synthesizer. An organism is a huge chorus of genetically inherited oscillatory processes. From a formal point of view, an organism is an oscillating system with many degrees of freedom. Such systems are studied on the base of matrix analysis. Our results, obtained in "matrix genetics", has allowed us to put forward the concept about a key role of systems of resonance frequencies in genetics for modeling genetic structures and phenomena in the



language of these systems. In particular they have led to the discovery of genetic musical tunings (Fibonacci-stage tunings or pentagram tunings). Relations of binary-oppositional alphabets of DNA and RNA with Walsh functions, which are widely used in theory of management and communication, have been revealed. On this basis, we develop a theory of "genetic logical holography" for study and explanation of genetic phenomena, including the phenomenon of noise immunity of genetic coding. The mathematical basis of this theory is lattice functions, logical operations with them, as well as isomorphic and homomorphic transformations of Walsh. We discuss the parallels between the phenomena of biology and holography. In addition, we note perspectives of applications of this theory to the analysis of binary-oppositional sequences in genetics, music, poetry, structural linguistics, etc. with studying their correlation functions and other characteristics.

#### References

- 1) Darvas, G., Koblyakov, A., Petoukhov, S., Stepanyan, I. (2012). Symmetries in molecular-genetic systems and musical harmony. – *Symmetry: Culture and Science*, 23, № 3-4, 343-375.
- 2) Petoukhov, S.V. (2015). Music and the modeling approach to genetic systems of biological resonances. – Lecture at the International conference «ISIS Summit Vienna 2015», 3-7 June, 2015, Vienna, Austria, <http://sciforum.net/conference/70/paper/2812>.
- 3) Petoukhov, S.V. (2016). The system-resonance approach in modeling genetic structures. – *Biosystems*, v.139, p.1-11, [http://petoukhov.com/PETOUKHOV\\_ARTICLE\\_IN\\_BIOSYSTEMS.pdf](http://petoukhov.com/PETOUKHOV_ARTICLE_IN_BIOSYSTEMS.pdf)
- 4) Petoukhov S.V. (2015). The concept of resonances in genetics ("resonance bioinformatics"). – Selected Works of VII Intern. Congress "Weak and super-weak fields and radiation in biology and medicine", St. Petersburg, <http://www.biophys.ru/lib/sci/resonance/460-resonance-00001>.

### **ФОРМИРОВАНИЕ ЛИДЕРСКИХ КАЧЕСТВ В КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЯХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫХ ИГР**

**Л.Н. Плеханова**

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (ИФХиБПП РАН), Пущино, Россия, [Dianthus1@rambler.ru](mailto:Dianthus1@rambler.ru)

Игровое моделирование ситуаций признано важнейшим методом в обучении любой специальности, в особенности столь сложным материям как формирование лидеров. Мы проводили игры на образовательном интенсиве по основам реализации технологических разработок для молодых ученых естественнонаучных направлений – биологии, химии, экологии (<http://technoras.futurebiotech.ru/>) в рамках программ подготовки кадрового резерва Президента РФ.

Коммуникативные навыки внедрения разработок формируются при игровом моделировании процессов, последующего обсуждения хода игр с переносом действий на реальную жизнь и присвоением опыта. Модели позволяют создать процесс, схожий с реальной жизнью, и дают возможность попробовать себя в любой роли, даже той, компетенциями которой игрок не обладает в реальной жизни. Суть игры гарантирует безопасность, создавая возможности действий вне привычных рамок. Теории организационно-деятельностных игр как новой формы организации коллективной мыследеятельности созданы Г.П. Шедровицким. Игры предназначены для «...интенсивной формы решения междисциплинарных комплексных проблем», не имеющей аналогов в мире. Интрига ОДИ заключается в поиске способа взаимодействия специалистов разных профилей для решения поставленной задачи.

Игровая ситуация, которую мы предлагали, возникает на начальных этапах формирования патентных заявок на разработки. Основной задачей ставилось появление и оформление у игроков желания договариваться и понимать потребности бизнеса. Патентная игра посвящена была актуальному вопросу для сотрудников РАН: как поступать если патент хочется оформить на себя, о чем подумать заранее. Главную мысль игрокам подсказывали эксперты – договаривайтесь заранее, когда вы доходите до суда, обе стороны можно считать проигравшими. Основной ошибкой игроков было привлечение СМИ – во всех случаях это первые действия, расширяющие конфликт. Проводилось анкетирование игроков.

Советские психологи (Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев, П.Я. Гальперин) связывали формирование социальных механизмов психики человека с интериоризацией, определяя ее как формирование внутренней структуры психики человека посредством усвоения структур внешней социальной деятельности.

### **CREATING LEADERSHIP SKILLS IN CONFLICT SITUATIONS OF STEM-GAMES**

**L.N. Plekhanova**

Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of the Russian Academy of Sciences (IPBPSS RAS), Pushchino

Keywords: scientific community, the educational intensiv, tehnological broker, elaboration and implementation, intellectual property, patents, business games, STEM games (Science, Technology, Engineering, Math), reform of RAS, staff reserve, talent pool.

Game simulations is considered as most important method in teaching of any specialty, especially as complicated matter for leaders formation.

We spent a game in the educational intensive of implementation technological developments. The participants of intensive were young scientists of biology, chemistry, ecology (<http://technoras.futurebiotech.ru/>). Educational Intensive was held within the framework of training programs for the talent pool of the Russian President. On the example of conducting educational Intensive "Technobrokers School" we describes the new concepts in the of introduction scientific research, new working formats and constructions principles of educational intensives for young scientists of natural areas.

Communication skills for the implementation of development are formed during the game simulation process. Game progress is discussed. Subsequently, on the transfer of activities to the real life experience and appropriation. Models allow to create a process that is similar to real life. models also provide an opportunity to try

themselves in any role, even one competence of which the player does not have in real life. The essence of the game guarantees security, creating the possibility of action outside the usual framework.

Theories of organizational activity games as a new form of organization of collective thinking activity created by GP Shchedrovitskii. Theories of STEM games as a new form of organization of collective thinking activity created by G.P. Shchedrovitskii. Games are designed to "... an intensive form of interdisciplinary research", which has no analogues in the world. Intrigue of STEM games is to find ways of interaction of experts of different profiles to solve the problem.

### **СУТОЧНЫЙ РИТМ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАПЯСТЬЯ И РЕАКЦИЯ КОРТИЗОЛА НА ПРОБУЖДЕНИЕ ПРИ СОЦИАЛЬНОМ ДЖЕТЛАГЕ У МОЛОДЫХ ЖИТЕЛЕЙ СЕВЕРА**

**Полугрудов А.С., Панев А.С., Смирнов В.В., Падерин Н.М., Борисенков М.Ф., Попов С.В.**

Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия; [polugrudov.artem@gmail.com](mailto:polugrudov.artem@gmail.com)

На сегодняшний день известно, что рассогласование между биологическими и социальными ритмами, известное как социальный джетлаг (СДЛ), оказывает негативное влияние на когнитивные функции, самочувствие и здоровье человека. Социальный джетлаг преимущественно наблюдается у людей с поздним хронотипом («совы»). Ранее было показано, что среди жителей высоких широт распространённость людей с поздним хронотипом выше. Поэтому, следует ожидать высокий % встречаемости жителей с СДЛ на Севере. Таким образом, целью исследования является определить состояние циркадианной системы с помощью субъективных (анкетный опрос) и объективных (суточный ритм температуры тела и реакция кортизола на пробуждение) методов среди 62 молодых жителей Севера (Республика Коми). По результатам Мюнхенского теста для определения хронотипа все участники исследования были разделены на две группы: «Контроль» – люди, у которых  $СДЛ \leq 0,99$  ч, и «СДЛ» –  $СДЛ \geq 1,0$  ч. Из 62 обследованных людей, 22 были отнесены к контролю, а 40 имели СДЛ. Установлено, что в контрольной группе суточный ритм температуры запястья значительно выше (в среднем от 0,2 до 0,4 °C) ночью (с 01:00 до 06:00 ч), и ниже (в среднем от 0,3 до 0,5 °C) в дневное время (15:00, 17:00 и 18:00 ч) по сравнению с группой СДЛ ( $p < 0,05$ , U-Манна Уитни). Также, отмечено, что происходит снижение амплитуды суточного ритма температуры у людей с СДЛ ( $p < 0,0001$ , ANCOVA). По результатам шкалы депрессии Бека, установлено, что уровень депрессии у людей с СДЛ значительно выше ( $p < 0,05$ , Краскела-Уоллиса) чем в контроле.

Полученные данные свидетельствуют о том, что у лиц с социальным джетлагом наблюдается снижение амплитуды суточного ритма температуры, что можно рассматривать как объективный маркер социального джетлага. Отмечена тенденция увеличения концентрации кортизола у людей с социальным джетлагом.

### **WRIST TEMPERATURE AND CORTISOL AWAKENING RESPONSE AMONG YOUNG NORTHERNERS WITH SOCIAL JETLAG**

**Polugrudov A.S., Panev A.S., Smirnov V.V., Paderin N.M., Borisenkov M.F., Popov S.V.**

Institute of Physiology, Komi Science Centre, the Ural Branch of the Russian Academy of Science, Syktывkar, Russia; [polugrudov.artem@gmail.com](mailto:polugrudov.artem@gmail.com)

The discrepancy between biological and social rhythms known as social jetlag (SjL) is common in modern society and has a range of negative consequences for cognitive functioning, well-being and health. Social jetlag is typical for people with late chronotypes. As shown earlier, the prevalence of individuals with a late chronotype is higher among the residents of high latitudes. Therefore, a higher rate of detection of people with SjL should be expected in the North. The purpose of this study is to examine the state of their CS using the subjective (questionnaires) and objective (wrist temperature and CAR) methods among 62 young inhabitants of the European North of Russia (the Komi Republic). All participants were divided into two groups according the results of testing using the Munich ChronoType Questionnaire: 'non-SjL' – individuals who have  $SjL \leq 0.99$  h and 'SjL' –  $SjL \geq 1.0$  h. Of the 62 people that we investigated, 22 were assigned to the non-SjL group and 40 (65%) others were assigned to the SjL group. The wrist temperature of the non-SjL group was significantly higher (an average of 0.2 to 0.4 °C) at night (from 01:00 to 06:00), and significantly lower (an average of 0.3 to 0.5 °C) during the day (at 15:00, 17:00 and 18:00), compared to the SjL group ( $p < 0.05$ , Mann-Whitney U test). A significant decrease in the amplitude of circadian rhythm of wrist temperature ( $p < 0.0001$ , ANCOVA) was observed. The incidence of depression, as measured by the Beck Depression Inventory, was significantly higher in the SjL group ( $p < 0.05$ , Kruskal-Wallis H test) than in the non-SjL group.

The present data indicate that SjL is associated with a decrease of the amplitude of the circadian rhythm of the wrist temperature and appears to be an objective marker of SjL. A tendency for the cortisol awakening response to increase in people with social jetlag was also observed.

### **ОЦЕНКА ЭКСПРЕССИИ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ БЕЛКОВ В СОСТАВЕ ГЕНО-ИНЖЕНЕРНЫХ АДЕНОВИРУСНЫХ КОНСТРУКТОВ НА КУЛЬТУРЕ КЛЕТОК ГЛИОМЫ ЧЕЛОВЕКА U-251**

**Пономарева Н.В., Тутукова С.А., Лебедева А.В., Епифанова Е.А., Бабаев А.А.**

Университет Лобачевского, 603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23 [unn@unn.ru](mailto:unn@unn.ru)

Флуоресцентные белки служат маркером экспрессии генно-инженерных вирусных конструкций в нейроглиальных клетках модельных животных *in vivo*. Для целевой доставки генетических конструкций в клетки используют аденоассоциированные вирусные системы, обеспечивающие высокие титры рекомбинантного вируса и высокий уровень экспрессии вводимых генов. Мы использовали аденовирусные

векторы для доставки генетических конструкций под контролем астроцитарного промотора GFAP (Glial fibrillary acidic protein) и содержащие гены светочувствительного белка Channelrhodopsins2 (ChR2), сцепленного с последовательностью желтого флуоресцентного белка Venus (Ex/Em 515/528). ChR2 формирует ионный канал в мембране и активируется под воздействием света, индуцируя вход в клетку ионов натрия, кальция, калия и хлора, что изменяет функциональную активность клетки и позволяет осуществлять мониторинг различных метаболических процессов в астроглиальных клетках. Также мы использовали конструкцию вируса с экспрессией флуоресцентного зеленого белка GFP (Ex/Em 484/507), который, в свою очередь, взаимодействует с белками цитоскелета. Для проведения исследований *in vivo* важно быть уверенным в эффективности вектора, обеспечивающего экспрессию светочувствительных белков на мембране клеток нейроглии. Для быстрой и эффективной оценки экспрессии *in vitro* мы использовали перевиваемую линию клеток U-251 MG астроцитарной глиомы человека из Коллекции культур клеток Института цитологии (Санкт-Петербург). За счет своего усиленного роста и простоты культивирования данная линия клеток является прекрасной моделью для тестирования эффективности вирусных векторов. Трансфекция клеток U-251 MG вирусом осуществлялась при плотности глиальных клеток 70-80% в поле зрения. Оценка экспрессии флуоресцентных белков в составе вирусных конструкций проводилась на основе интенсивности флуоресценции при возбуждении светом необходимой длины волны на 1, 2 и 3-и сутки с использованием лазерного конфокального сканирующего микроскопа Zeiss LSM 510, Germany. При тестировании конструкта GFAP-GFP максимум экспрессии GFP наблюдался на первые сутки после трансфекции, а экспрессия флуоресцентного белка Venus в составе вирусного конструкта GFAP-ChR2-Venus была невысокой и проявлялась только на третьи сутки после трансфекции. Более позднюю и слабую экспрессию флуоресцентного белка Venus обуславливает сложность и размер оптогенетической конструкции. В результате зафиксированной экспрессии флуоресцентных белков на модели человеческой глиомы U-251 MG была доказана эффективность работы вирусных конструкций, что позволяет применять их в экспериментах *in vivo*, а также доказывает эффективность модели клеточной культуры глиомы человека для тестирования вирусных конструкций разной сложности.

#### **EVALUATION OF FLUORESCENT PROTEIN EXPRESSION IN GENETICALLY ENGINEERED ADENOVIRAL CONSTRUCTS IN THE CULTURE OF U251 HUMAN GLIOMA CELLS**

**Ponomareva N.V., Tutukova S.A., Lebedeva A.V., Epifanova E.A., Babaev A.A.**

Lobachevsky State University, 23 Prospekt Gagarina 603950, N. Novgorod, Russia [unn@unn.ru](mailto:unn@unn.ru)

Fluorescent proteins serve as a marker for genetically engineered expression of viral constructs in neuroglial cells in *in vivo* animal models. To ensure targeted delivery of genetic constructs into cells, adeno-associated viral systems were used that maintain high titers of the recombinant virus and a high level of expression from the genes being introduced. We used adenoviral vectors to deliver genetic constructs under the control of the GFAP (Glial fibrillary acidic protein) astrocyte-specific promoter, and containing genes light-gated protein ChR2 (Channelrhodopsins2) coupled with a sequence of Venus (Ex/Em 515/528), a yellow fluorescent protein. ChR2ion forms an ion channel in the membrane and is activated by light to induce the entry of sodium, calcium, potassium and chlorine ions into the cell, which alters the functional activity of the cell and allows monitoring various metabolic processes in astroglial cells. We also used a viral construct expressing the GFP (Ex/Em 484/507) fluorescent green protein, which, in its turn, interacts with cytoskeletal proteins. It is important for *in vivo* studies to ensure the effectiveness of the vector providing for the expression of light-gated proteins on the membrane of neuroglial cells. For fast and efficient evaluation of *in vitro* expression, we used a U251 MG finite cell line of the human astrocytic glioma from the cell collection of the Institute of Cytology (St.-Petersburg). Due to its enhanced growth and ease of cultivation, this cell line is an excellent model for testing the effectiveness of viral vectors. Transfection of U251 cells with the MG virus was carried out at glial cell density of 70-80 per cent in the field of view. Expression of fluorescent proteins within the viral constructs was evaluated based on fluorescence intensity upon excitation with light of a specific wavelength on the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> day using a Zeiss LSM510 confocal laser scanning microscope, Germany. When testing the GFP-GFP viral construct, the maximum GFP expression was observed on the first day after the transfection, whereas the expression of Venus fluorescent protein as part of the GFAP-ChR2-Venus construct was low and showed only on the third day after the transfection. A later and weaker expression of Venus fluorescent protein was caused by the complexity and size of the optogenetic construct. The viral constructs proved efficient as a result of visualized expression of fluorescent proteins in the U251 MG human glioma model, which allows using them in *in vivo* experiments while demonstrating the effectiveness of a human glioma cell culture model for testing viral constructs of varying complexity.

#### **В ОСНОВЕ ГОМОСИНАПТИЧЕСКОЙ ДЕПРИВАЦИОННОЙ ПОТЕНЦИАЦИИ ОТВЕТОВ НЕЙРОНОВ ПОЛЯ CA1 ГИППОКАМПА ЛЕЖАТ ПРЕСИНАПТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ**

**Попов В.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия

Состояние длительного пресинаптического покоя (депривация) вызывает развитие депривационной потенциации (ДеП) популяционных ответов (поп-спайков) нейронов поля CA1 гиппокампа. Ранее было показано, что механизм индукции ДеП включает два разных компонента: Ca<sup>2+</sup>-независимый механизм пресинаптического облегчения ответов, определяющий развитие кратковременной (10 – 12 мин) ДеП, и Ca<sup>2+</sup>- и протеин киназа С-зависимый постсинаптический механизм, ответственный за развитие длительной (более часа) составляющей ДеП. При исследовании свойств ДеП был выделен признак гомосинаптической потенциации (входоспецифичность ДеП). Однако результаты экспериментов с антидромной стимуляцией во время ортодромной депривации (модель пресинаптического покоя при постсинаптической активности) косвенно противоречили выводу о входоспецифичности ДеП. Для прояснения этого вопроса в экспериментах на переживающих срезах гиппокампа крыс тестирование связи коллатерали Шаффера –

нейроны поля CA1 осуществляли попеременно по двум разным входам (частота стимуляции каждого входа 0.05 Гц, интервал между стимулами разных входов 10 сек); после 60-минутной паузы в стимуляции одного из входов (опыт) тестирование было возобновлено, стимуляция другого входа осуществлялась непрерывно (контроль). Последующее тестирование обоих входов в течение 60 мин показало, что индуцированная в депривированном входе кратковременная ДеП имела картину, сходную с кратковременным усилением ответов в экспериментах с антидромной стимуляцией, тогда как в контроле ответы оставались неизменными. Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что в основе развития гомосинаптической ДеП лежит механизм кратковременного пресинаптического облегчения ответов, тогда как длительная составляющая ДеП, имеющая постсинаптическую природу, эффекта входоспецифичности не проявляет.

### **PRESYNAPTIC MECHANISMS UNDERLIE THE HOMOSYNAPTIC DEPRIVATIONAL POTENTIATION OF THE RESPONSES OF HIPPOCAMPAL CA1 NEURONS**

**Popov V.A.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Long-term presynaptic rest condition (deprivation) leads to development of the deprivational potentiation (DeP) of population responses (pop-spikes) of hippocampal CA1 neurons. Our previous experiments showed that DeP-induction mechanisms include two different components:  $Ca^{2+}$ -independent presynaptic facilitation responsible for development of the short-term (10 – 12 min) DeP, and  $Ca^{2+}$ - and protein kinase C-dependent postsynaptic mechanism responsible for development of the long-term (more than 1 h) DeP. It was found that DeP is input-specific. Nevertheless the results of the antidromic stimulation during orthodromic deprivation experiments (the model of presynaptic rest during postsynaptic activity) were indirectly disagreed with input-specificity of DeP. To solve this problem we tested the responses of CA1 neurons on alternate stimulation of two independent Schaffer collaterals (test stimulation of both inputs 0.05 Hz, interval between stimulus of different inputs 10 sec); stimulation of experimental input was stopped for 60-min and then resumed; the control input was stimulated continuously. After that alternate stimulation of both inputs during 60 min showed the short-term DeP in deprivational input (it was similar with short-term facilitation of responses in antidromic stimulation experiments), while the control input responses were stable. Results of the experiments demonstrate that the mechanism of short-term presynaptic facilitation underlies the development of homosynaptic DeP, but the long-term postsynaptic component of DeP is not input-specific.

### **ПРОЦЕССЫ АДАПТАЦИИ В ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ОТДЕЛАХ СЛУХОВОЙ СИСТЕМЫ КИТА БЕЛУХИ DELPHINAPTERUS LEUCAS**

**Попов В.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия; [popov.vl.vl@gmail.com](mailto:popov.vl.vl@gmail.com)

У кита белухи исследован эффект длительных (до 1500 с) звуковых стимулов на вызванные потенциалы (потенциалы следования ритму, ПСР) периферических отделов слуховой системы. В качестве стимулов использовались ритмические тональные посылки с частотой несущей 45, 64, и 90 кГц и интенсивностью от 20 до 60 дБ над порогом. Использовались два экспериментальных протокола: «короткой» и «длительной» стимуляции. При «короткой» стимуляции в качестве стимулов использовались серии тональных посылок длительностью 500 мс и частотой предъявления серий 0.4 в секунду. При «длительной» стимуляции тональные посылки предъявлялись непрерывно в течение 1500 секунд. Амплитуда ответов (ПСР) постепенно уменьшалась в 3-7 раз в интервале от 10 мс до 1500 с. Амплитуда ПСР уменьшалась пропорционально начальной (на старте стимуляции) амплитуде ответа. Так что, даже при низких уровнях стимула (около 20 дБ над порогом) ответ никогда не подавлялся полностью. Падение амплитуды ПСР в течение стимуляции можно было аппроксимировать комбинацией двух экспонент с постоянной времени 30-80 мс и 3.1-17.6 с. Обсуждается роль адаптации в описываемых процессах и влияние длительной звуковой стимуляции на ориентацию китообразных.

### **PROCESS OF ADAPTATION IN THE PERIPHERAL AUDITORY SYSTEM OF BELUGA WHALE, DELPHINAPTERUS LEUCAS**

**Popov V.V.**

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Moscow, Russia; [popov.vl.vl@gmail.com](mailto:popov.vl.vl@gmail.com)

The effects of prolonged (up to 1500s) sound stimuli (tone pip trains) on evoked potentials (the rate following response, RFR) were investigated in a beluga whale. The stimuli (rhythmic tone pips) were of frequencies of 45, 64, and 90 kHz at levels from 20 to 60 dB above threshold. Two experimental protocols were used: short- and long-duration. For the short-duration protocol, the stimuli were 500-ms-long pip trains that repeated at a rate of 0.4 trains/s. For the long-duration protocol, the stimuli were continuous pip successions lasting up to 1500 s. The RFR amplitude gradually decreased by 3 to 7 times from 10 ms to 1500 s of stimulation. Decrease of response amplitude during stimulation was approximately proportional to initial (at the start of stimulation) response amplitude. Therefore, even for low stimulus level (down to 20 dB above the baseline threshold) the response was never suppressed completely. The RFR amplitude decay that occurred during stimulation could be satisfactorily approximated by a combination of two exponents with time constants of 30-80 ms and 3.1-17.6 s. The role of adaptation in the described effects and the impact of noise on the acoustic orientation of odontocetes are discussed.

## ОБ ОНТОГЕНЕЗЕ НАРУШЕНИЙ СИММЕТРИИ ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Порошенко А.Б.

Ростов-на-Дону, Россия; [abb@aanet.ru](mailto:abb@aanet.ru)

**Введение.** (I). Левополушарное представительство речевой функции и праворукость видовые детерминанты отличающей Человека антропоизомерии. Рак молочной железы (РМЖ), будучи односторонним процессом, может считаться не просто фатальным её проявлением, но следствием утраты симметрии противоопухолевой устойчивости (ПОУ), в более общем смысле – симметрии как таковой (**видовой фактор ПОУ**). Из чего следует правомерность соотнесения присущей Человеку односторонности РМЖ с особенностями онтогенеза (i) речевой функции (Порошенко А.Б., 1985), (ii) всей совокупности показателей латерального фенотипа. (II) В норме, в женском организме вплоть до останова менструального цикла (МС), присущая Человеку антропоизомерия нивелируется подвижностью гипоталамо-гонадной оси (ГГО), обусловленной попеременным доминированием яичников. Аналогичного привода в мужском организме нет и потому риск нарушения симметрии ПОУ в мужском организме в среднем выше (**половой фактор ПОУ**). (III). С наступлением менопаузы становится возможным проявление асимметрий ПОУ, накопленных в онтогенезе (**онтогенетический фактор ПОУ; пассивный сценарий**). (IV). Предельная по сравнению с мужским организмом выраженность асимметрии ГГО в женском организме обусловлена латерализацией генеративной функции: в пределах каждого МС селективируется и овулирует только один фолликул и только в одном из яичников (в отличие от умеренной асимметрии сперматогенеза мужских гонад). А потому, при «застревании» функционирующей ГГО на одном из полюсов, например, в связи с гинекологическим заболеванием, прежде всего в системе женской репродукции реализуется риск малигнизации, обусловленный нарушением симметрии ПОУ (**онтогенетический фактор ПОУ; активный сценарий**). (V) Доказана связь (А.Б.Порошенко, В.В. Логачёв, 1991, 1992) нарушений МС, односторонности аднекситов с паттерном {«переплетение пальцев рук (CLSP)» x «зрительное доминирование (EYE)» x «асимметрия ногтевых лож мизинцев рук (FNG5)»}. **Цель исследования.** С учётом состояния МС сопоставить «сторонность» РМЖ (R|L-SIDE) с паттерном (L|R-CLSP x A|R-FNG5 x L|R-EYE). **Материал и методы исследования.** Равномерная выборка (1992 – 2003) 527 случаев первичного одностороннего (L-BRCR=274; R-BRCR=253) РМЖ. Используются процедуры лог-линейного, обобщённого дисперсионного анализа (Statistica 10.0). **Результаты и их обсуждение.** После всех упрощений в окончательную лог-линейную модель вошли два взаимодействия: (SIDE\*FNG5)&(±MC\*FNG5). Независимо от состояния МС (Pt.assn: p=0,002; Mg.assn: p=0,002) страте R-FNG5 соответствует L-BRCR, страте A-FNG5 соответствует R-BRCR (Wald=6,12; p=0,012). Второе взаимодействие, по-видимому, (Pt.assn: p=0,014; Mg.assn: p=0,012), иллюстрирует T-протективное качество R-FNG5 – коррелята левополушарного доминирования. R-FNG5 в соотношении 1,7:1/1,08:1 преобладал в страте женщин, у которых РМЖ был верифицирован уже после останова МС.

## ABOUT THE ONTOGENESIS OF THE BROKEN SYMMETRY OF ANTICANCER RESISTANCE

Poroshenko A.B.

Rostov-on-Don, Russia; [abb@aanet.ru](mailto:abb@aanet.ru)

**Introduction.** (I) Right-handedness and speech-dominance left hemisphere are the landmark of human race. One-sided breast cancer (BC), being a manifestation of the loss of symmetry of antitumor resistance (ATR), may be considered as the inevitable retribution for the loss of symmetry as such (human race risk cancer factor). From which it will be rightly to relate one-sided breast cancer with features of ontogenesis (i) speech function (Poroshenko AB 1985), (ii) the whole set of indicators of lateral phenotype. (II) Normally, in a woman's organism up to the stop of the menstrual cycle (the MC), these typical human asymmetries are leveling by the mobility of the hypothalamic-gonadal axis (HGA), due to the alternating dominance of ovaries. Because there's no such drive in the male organism, they on the average have higher one-sided cancer risk (gender risk factor). (III) With the onset of menopause it becomes possible manifestation of ATR asymmetries, accumulated in ontogenesis (ontogenetic risk factor; passive scenario). (IV) The highest, compared with the male organism, the asymmetry of HGA is due to lateralization of generative function of ovaries: within each MC is selecting and ovulates only one follicle, and only in one of the ovaries (in contrast to the minimal asymmetry of spermatogenesis). Therefore, when there's "jamming" of active HGA on one of the poles, for example, due to gynecological diseases, mainly in the female reproductive system, is implemented cancer risk due to breaking of ATR symmetry (ontogenetic risk factor; active scenario). (V) It was revealed the dependence (A.B.Poroshenko, V.V. Logachev, 1991, 1992) MC disorders, one-sided adnexitis with pattern {"hand clasping" (CLSP)» x "eye preference (EYE)» x "little fingernail asymmetry" (FNG5)»}. **The purpose of the study.** To clarify the relationship of breast cancer sidedness with the traits of the lateral phenotype. **Object and methods.** Sample (1992 – 2003) of 527 cases of primary one-sided (L-BRCR = 274; R-BRCR = 253) breast cancer. Used log-linear and generalized linear analysis procedures (Statistica 10.0). **Results and discussion.** After all simplifications in the final log-linear model were included two interactions: (SIDE \* FNG5) & (± MC \* FNG5). Irrespective of the status MC (Pt.assn: p = 0,002; Mg.assn: p = 0,002) stratum R-FNG5 matches L-BRCR, stratum A-FNG5 corresponds to R-BRCR (Wald = 6,12; p = 0.012). The second interaction, very likely, (Pt.assn: p = 0,014; Mg.assn: p = 0,012), illustrates the T-protective quality of the R-FNG5 – left hemisphere dominance correlate. R-FNG5/A-FNG5 in the ratio 1.7: 1 / 1.08: 1 predominated in women whose breast cancer was verified after stopping MC.

## **ВЛИЯНИЕ ДЕАФФЕРЕНТАЦИИ КАПСАИЦИНОМ НА ИНТЕРНЕЙРОНЫ ГЛУБОКОЙ ОБЛАСТИ ДОРСАЛЬНОГО РОГА СПИННОГО МОЗГА БЕЛОЙ КРЫСЫ**

**Порсева В.В.**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ярославский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ярославль, Россия; [vvporseva@mail.ru](mailto:vvporseva@mail.ru)

Дорсальный рог серого вещества спинного мозга (СМ) служит релейным центром для передачи сенсорной информации. В физиологических работах интернейроны, локализованные в пластинках III, IV, V относятся к «глубокой области дорсального рога» (ГОДР) СМ. Интернейроны ГОДР СМ, формируя локальные сети, образуют функционально различные модули под влиянием передаваемой сенсорной информации. Капсаицин – сенсорный нейротоксин, оказывает избирательное влияние на большинство чувствительных тонких немиелинизированных С-волокон и частично на тонкие миелинизированные А- $\delta$  волокна.

Целью исследования явилось изучение топографических, морфометрических, структурных и нейрхимических характеристик интернейронов пластин III, IV, V дорсального рога СМ на фоне дефицита афферентации, вызванной капсаицином. Объектом исследования служили интернейроны второго грудного сегмента СМ крыс-самок Wistar 90-дневного возраста, которые были разделены на две группы: контрольная (n=4), опытная (n=4). В опытной группе моделировали деафферентацию путем подкожного введения капсаицина (N-vanillylonamide, Sigma), который растворяли в фосфатно-солевом буфере PBS, 0.01 M, pH 7.4 (БиолоТ, Россия), содержащим 10% этилового спирта и 10% Твин-80. Суммарную дозу капсаицина (125 мг/кг) крысам вводили в течение трех дней: в первый день – 25 мг/кг; во второй и третий дни – по 50 мг/кг. В опытной группе забор материала осуществляли на 14 день от последнего введения раствора капсаицина, одновременно с материалом от крыс контрольной группы. Для выявления интернейронов использовали каждый пятый из серийных поперечных срезов СМ, подготовленных на криостате, толщиной 14 мкм. Использовали иммуногистохимический метод выявления кальбинидина 28 кДа (КАБ). Гистотопографию выявляемых интернейронов соотносили с пластинками Рекседа. Анализировались клетки, срез которых прошел через ядро. Для статистического анализа использовали программу Statistica, версия 10 (StatSoft, Inc., 2011).

В контрольной группе в пластинках III и IV на каждом срезе выявлялись КАБ ИР вытянутые интернейроны, флюоресценция в которых обнаруживалась в нейроплазме и в отростках клеток. Тела клеток располагались вдоль дорсовентральной оси, их отростки протяженностью до 20 мкм распространялись в дорсальном и вентральном направлениях. В пластине V на каждом четвертом срезе выявлялось от 1 до 4 КАБ ИР интернейронов треугольной и вытянутой формы, расположенных параллельно дорсовентральной оси, флюоресцирующие отростки которых длиной до 10 мкм распространялись в дорсальном направлении, а длиной до 20 мкм – в вентромедиальном направлении.

После введения капсаицина КАБ ИР интернейроны выявлялись в аналогичных топографических областях СМ. Флюоресценция наблюдалась как в отростках и в нейроплазме, так и в ядрах клеток. В пластинке V тела КАБ ИР интернейронов имели "ячеистый" вид, содержали различного размера полости, которые были локализованы преимущественно в ядре, в небольшой части клеток – в ядре и в цитоплазме. В пластинках III и IV измененных КАБ ИР интернейронов не обнаружено.

После введения капсаицина число ИР клеток уменьшилось в пластинках III и IV – на 15% (p<0,05), в пластинке V – не изменилось. Средние размеры ИР интернейронов напротив – увеличились только в пластинке V – на 27%.

Таким образом, в результате деафферентации развиваются разнонаправленные изменения КАБ ИР интернейронов, что демонстрирует различия в организации глубокой области дорсального рога СМ.

## **INFLUENCE OF THE CAPSAICIN DEAFFERENTATION ON THE DEEP SPINAL DORSAL HORN INTERNEURONS IN WHITE RATS**

**Porseva V.V.**

Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia; [vvporseva@mail.ru](mailto:vvporseva@mail.ru)

Interneurons are localized in the laminae III, IV, V refer to "a deep area of the dorsal horn" spinal cord (SC). Morphological and structural characteristics of dorsal horn interneurons in the laminae III, IV, V of the segment T2 SC containing calbindin 28 kDa (CAB) were studied by immunohistochemistry in Wistar rats adults after capsaicin treatment. Capsaicin was injected three times with 24 hour intervals, in total dose of 125 mg/kg in adult animals. Experimental material was taken at 14 day.

After capsaicin treatment the number of immunoreactive (IR) cells decreased in laminae III and IV by 15% (p<0.05), in the lamina V has not changed. The average size of the IR interneurons, on the contrary, increased only in the lamina V by 27%.

Deformation of the nucleus, lysis of nucleolus, reduction of the number of CAB containing neurons showed only in interneurons lamina V of dorsal horn in SC. CAB IR of interneurons were not altered in the laminae III and IV.

As a result deafferentation CAB IR interneurons changed in different directions, which demonstrates the profound differences in the organization of deep dorsal horn of the spinal cord.

## **ВАРИАНТЫ РЕАКТИВНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ БИОУПРАВЛЕНИИ ПАРАМЕТРАМИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ПЕДАГОГОВ С ПРИЗНАКАМИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ**

**Поскотинова Л.В.<sup>1,2</sup>, Кривоногова Е.В.<sup>1</sup>, Овсянкина М.А.<sup>1,3</sup>, Мельникова А.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУН Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН, <sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В.Ломоносова», <sup>3</sup>ГБПОУ АО «Архангельский педагогический колледж»; Архангельск, Россия; [liliya200572@mail.ru](mailto:liliya200572@mail.ru)

Целью исследования являлось определение индивидуальных особенностей реактивности параметров вегетативной регуляции ритма сердца в динамике сеансов биоуправления параметрами variability сердечного ритма (ВСР) у педагогов с эпизодами повышения артериального давления (АД) в анамнезе (выше 140/90 мм.рт.ст) без приверженности к лечению либо с признаками верифицированного диагноза артериальной гипертензии с получением гипотензивных препаратов. Обследовано 40 педагогов (женщин) в возрасте 40-55 лет. Из них у 17 человек (основная группа) проведен курс из 10 сеансов биоуправления с целью увеличения суммарной мощности спектра variability сердечного ритма (ВСР) во время коротких записей за один сеанс (5 минут). Группу контроля составили 23 человека, которым были проведены однократные сеансы биоуправления, совпадающие по времени с 1-м и последним сеансом такового у лиц основной группы. Установлено, что реактивность вегетативных показателей при биоуправлении у лиц старше 50 лет значительно ниже, чем у лиц более молодой группы. При этом на фоне повышения суммарной мощности ритма сердца у них наблюдаются минимальные изменения индекса напряжения регуляторных систем. Наиболее низкая реактивность показателей ВСР наблюдается у лиц с исходно высоким вкладом VLF (более 30-35%) в спектре ВСР независимо от возраста. Показано, что успешность биоуправления параметрами ритма сердца у лиц с наличием в анамнезе эпизодов повышения АД, но с нормальным его уровнем на момент исследования, практически не зависит от наличия или отсутствия медикаментозной коррекции повышенного АД селективными бета-адреноблокаторами, антагонистами рецептора ангиотензина II, диуретиками. Наиболее часто неуспешные случаи биоуправления параметрами ВСР в течение курса сеансов наблюдаются у лиц с повышенным АД на момент обследования и отсутствием приверженности к медикаментозному лечению. При этом от сеанса к сеансу на протяжении курса на фоне снижения АД может сохраняться повышенный индекс напряжения регуляторных систем. У лиц с верифицированной артериальной гипертензией динамика артериального давления может не совпадать с динамикой показателей симпатической активности по данным ВСР в течение курса сеансов биоуправления.

*Работа поддержана грантом РГНФ №15-16-29004*

## **REACTIVITY OF CARDIOVASCULAR SYSTEM DURING HEART RATE VARIABILITY BIOFEEDBACK IN TEACHERS WITH HYPERTENSION**

**Poskotinova L.V.<sup>1,2</sup>, Krivonogova E.V.<sup>1</sup>, Ovsyankina M.A.<sup>1,3</sup>, Melnikova A.V.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>The Institute of Environmental Physiology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, <sup>2</sup>Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov; <sup>3</sup>Arkhangelsk Pedagogical College; Arkhangelsk, Russia; [liliya200572@mail.ru](mailto:liliya200572@mail.ru)

The aim of the study was to determine the individual features of cardio-vascular reactivity and autonomic regulation of heart rate variability (HRV) biofeedback sessions in teachers with episodes of blood pressure (BP) increasing in anamnesis (above 140/90 mmHg) regardless of compliance to treatment. 40 teachers (women) aged 40-60 years were observed. Of these, 17 persons (main group) received 10 HRV biofeedback sessions in order to increase the total power HRV spectrum during short recordings in one session (5 minutes). The control group included 23 people. Persons of control group performed HRV biofeedback two sessions, coinciding with the 1st and the last session of HRV biofeedback in persons of the main group. It was found that the reactivity of the autonomic nervous parameters during biofeedback sessions in people older than 50 years are significantly lower than in those younger group. At the same time against the backdrop of increasing the HRV total spectral power they observed minimal changes of stress-index. The lowest reactivity HRV observed in persons with initially high VLF-part (more 30-35%) in the HRV spectrum, regardless of age. It is shown that the success of HRV biofeedback in persons with elevated BP episodes in anamnesis, but with its normal level at the study time, almost independent of the presence or absence of drug correction (selective beta-blockers, angiotensin II receptor antagonist, diuretics). The most common cases of unsuccessful HRV biofeedback during the sessions course observed in individuals with elevated blood pressure at the study time and who was not compliant to get antihypertensive drugs. At the same from session to session during the course on the background of decrease in blood pressure can be kept higher stress-index. In individuals with verified arterial hypertension blood pressure dynamics may be different from the dynamics of sympathetic activity HRV-indicators during the course of HRV biofeedback sessions.

*This research was supported by a grant from RFH №15-16-29004*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЕТОДИК ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЧЕВОГО ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ С ПСЕВДОБУЛЬБАРНОЙ ДИЗАРТРИЕЙ**

**Посохова М.А., Фатеева Н.М.**

Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия, [fateevanm@yandex.ru](mailto:fateevanm@yandex.ru)

Основными признаками дизартрии являются дефекты звукопроизношения и голоса, сочетающиеся с нарушениями речевой, прежде всего, артикуляционной моторики и речевого дыхания. Проведенные нами исследования выявили, что состояние внешнего и речевого дыхания у детей 5–6 лет с псевдобульбарной дизартрией ниже, чем у детей с речевым развитием, соответствующим возрастной норме.

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что после проведенной работы по

формированию речевого дыхания у детей 1 экспериментальной группы с псевдобульбарной дизартрией значения показателей, как внешнего дыхания, так и речевого заметно возросли. Так жизненная емкость легких у детей 1 экспериментальной группы увеличилась на 12% (в начале года составляла 80% по сравнению с ДЖЕЛ, в конце года – 92%), тогда как у детей 2 экспериментальной группы показатель повысился лишь на 2%. Повышение значений показателей внешнего дыхания в 1 экспериментальной группе значительно повлияло на функцию речевого дыхания. Показатель речевого дыхания у детей 1 экспериментальной группы увеличился на 44% (40% в начале года и 84% в конце года), во второй экспериментальной группе этот показатель возрос всего на 9%.

Одной из задач коррекционной работы по формированию речевого дыхания является развитие диафрагмального типа дыхания. Результаты проведенного исследования показали, что до начала работы у детей с псевдобульбарной дизартрией отмечался ключичный тип дыхания, в ходе дополнительной коррекционной работы по развитию речевого дыхания у 70% детей 1 экспериментальной группы постепенно сформировался диафрагмальный тип дыхания, как наиболее физиологичный и оптимальный для нормального голосообразования.

При обследовании состояния речевой функции установлено, что у детей с псевдобульбарной дизартрией отмечается фонетико-фонематические нарушения речи.

Анализ результатов исследования речевой функции детей обследуемых групп показал, что в конце года успешность выполнения речевых проб значительно повысилась в 1 экспериментальной группе по сравнению со второй. У детей 1 экспериментальной группы показатель звукопроизношения повысился на 21%, в начале года он составлял 50%, в конце года увеличился до 71%.

Таким образом, проведенное исследование показало, что у детей с псевдобульбарной дизартрией в 1 экспериментальной группе, где проводились и логопедические занятия, и дополнительно формирование речевого дыхания, отмечается более успешное выполнение речевых проб по сравнению со 2 экспериментальной группой, где дополнительная работа по формированию речевого дыхания не проводилась.

#### **THE USE OF BREATHING TECHNIQUES IN FORMING SPEECH BREATHING IN CHILDREN WITH A PSEUDOBULBAR DYSARTHRIA**

**Posokhova M.A., Fateeva N.M.**

Tyumen state university, Tyumen, Russia, [fateevanm@yandex.ru](mailto:fateevanm@yandex.ru)

Main features of dysarthria are speech sound and voice disorders which are associated mainly to articulating and speech breathing disorders. The research showed that the condition of external and speech breathing of children age 5-6 years with a pseudobulbar dysarthria is lower, than of children with the speech development meeting the age standards.

The comparative analysis of the results showed that in the first experimental group after performed work related to speech breathing formation the indicators value of external breathing and speech considerably increased. Thus, the vital capacity of lungs (VCL) in children of the 1<sup>st</sup> experimental group increased by 12% (at the beginning of the year it was 80% in comparison with VCL at the year-end – 92%) whereas in children of the 2<sup>nd</sup> experimental group the indicators value of VCL increased only by 2%.

The increase of indicator values of external breathing in the 1<sup>st</sup> experimental group considerably influenced the speech breathing. The indicator of speech breathing in children of the 1<sup>st</sup> experimental group increased by 44% (40% at the beginning of a year and 84% at the end of the year), in the second group this indicator increased only by 9% (from 43 to 52%).

One of the most important task in speech breathing formation is the development of diaphragmal breathing pattern. The study showed that before correction work children with pseudobulbar dysarthria had clavicular type of breathing and after additional remedial work 70% of children of the 1<sup>st</sup> experimental group had diaphragmatic type of breathing as the most physiology and optimal for normal phonation.

While inspecting the condition of speech function at the beginning of the year it was established that the weakest side in children with pseudobulbar dysarthria was sensorimotor: the phonemic perception, articulation, sounds pronunciation of the words. The study confirms that children with pseudobulbar dysarthria have phonetic and phonemic violations of the speech.

The analysis of results showed that in children of the first experimental group the indicator of the sound pronunciation increased by 21%. In the beginning of the year it was 50%, in the end of the year it increased up to 71%.

Conclusion. The comparative analysis showed that speech approbation in the first experimental group where logopedic therapy was followed by additional formation of speech breathing was more successful than the second experimental group where additional work on formation of speech breathing wasn't carried out.

#### **АЛЬФА-ЧАСТОТНЫЙ ДИАПАЗОН ЭЭГ И ОРИГИНАЛЬНОСТЬ РЕШЕНИЯ ВЕРБАЛЬНОЙ ТВОРЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ: ВОЗРАСТНЫЕ РАЗЛИЧИЯ**

**Приводнова Е.Ю.<sup>1</sup>, Вольф Н.В.<sup>1,2</sup>**

1 Институт физиологии и фундаментальной медицины, Новосибирск, Россия, [privodnovaeu@physiol.ru](mailto:privodnovaeu@physiol.ru)

2 Новосибирский государственный университет, Россия

Согласно современным психометрическим работам физиологическое старение может сопровождаться длительной сохранностью творческих способностей, однако нейрофизиологические механизмы, обеспечивающие поддержание этих способностей, не изучены.

В многочисленных работах показана связь осцилляторной активности на частотах альфа ритма ЭЭГ и креативности, поэтому мы сравнили временную динамику изменений альфа 1, 2, 3 активности, индуцированной предъявлением дивергентной задачи (ERSP), у испытуемых младшей (МБГ, N=80, 22,6 ±3 года) и старшей (СБГ, N=80, 63,4 ±6,7 года) возрастных групп. Обе группы были сбалансированы по полу



испытуемых. ЭЭГ регистрировали во время выполнения теста «Необычное использование предмета». Анализировали ERSP в интервалах 200-400, 400-600 и 600-800 мс после предъявления задачи. Для оценки статистической достоверности использовали ANOVA и корреляционный анализ.

Выявлено особое значение альфа3 частотного диапазона в структуре возрастных изменений ЭЭГ при решении задачи. Только в СВГ оригинальность выполнения задания коррелировала с уменьшением десинхронизации биопотенциалов во фронтально-центрально-париетальных областях правого полушария в альфа 3-диапазоне в интервале 400-600 мс. В этом же частотном диапазоне в интервале 600-800 мс обнаружено уменьшение десинхронизации в париетально-окципитальной области у пожилых испытуемых по сравнению с более ранними временными интервалами, что привело к исчезновению различий между париетальной и фронтально-темпоральными областями в СВГ при их сохранении в МВГ.

Полученные результаты согласуются с имеющимися данными о связи временного интервала 400-600 мс после предъявления решения с оценкой его оригинальности. Увеличение мощности в париетально-окципитальной области на частоте альфа-ритма во время выполнения заданий связывают с торможением обработки irrelevantной перцептивной информации, чтобы освободить ресурсы, ответственные за поддержание значимых для выполнения задания процессов. Выраженная динамика этих процессов в СВГ может свидетельствовать о большей унификации процессов креативного мышления в пожилом возрасте.

### **ALPHA FREQUENCY RANGE AND ORIGINALITY IN SOLVING VERBAL CREATIVITY TASK: AGE DIFFERENCES**

**Privodnova E.Y.<sup>1</sup>, Volf N.V.<sup>1,2</sup>**

1 State Research Institute of Physiology and Basic Medicine, Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, Novosibirsk, Russia, [privodnovaeu@physiol.ru](mailto:privodnovaeu@physiol.ru), 2 Novosibirsk State University, Russia

According to contemporary psychological research successful aging may be accompanied by long-term preservation of creative potential, however neurophysiologic mechanisms that ensure the maintenance of those abilities are not studied. As it is shown in numerous works oscillatory brain activity at alpha frequency range is related to creativity, therefore we compare temporal dynamics of changes in induced by divergent task electrical activity (ERSP) in alpha 1, 2, 3 rhythms in young (YA, N=80, 22,6 ±3 years) and old adults (OA, N=80, 22,6 ±3 years). Groups were balanced for sex. EEG was recorded while participants performed "alternate uses task". Time ranges 200-400, 400-600 and 600-800 ms after stimulus presentation were analyzed. ANOVA and correlation analysis were used to estimate the statistical significance.

Our results have shown the particular importance of alpha 3 frequency range in the structure of age-related changes in problem solving. Solely in OA significant correlations between the originality of assignment and ERSP in the alpha 3 band in fronto-centro-parietal areas of right hemisphere at 400-600 ms were received. Decrease in desynchronization of the parieto-occipital area in the same rhythm at 600-800 ms as compared with earlier intervals in elderly subjects was revealed, and it resulted in disappearance of differences between parietal and fronto-temporal areas while stayed the preserved in young.

These results are consistent with available data about relationship between time range of 400-600 ms after decision presentation and the assessment of its originality. Increased power in parieto-occipital area in the alpha 3 band during task performance is thought to be related with inhibition of irrelevant perceptual information processing in order to release the resources responsible for maintaining important for the task processes. The marked dynamics of these processes may indicate more pronounced unification of thinking processes in the elderly.

### **ЧЕРТЫ ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ В ОРГАНИЗМЕННЫХ СИСТЕМАХ У КРЫС ЛИНИИ МД+, ПРЕДРАСПОЛОЖЕННЫХ К АУДИОГЕННОЙ ЭПИЛЕПСИИ**

**Прокудина О.И., Алехина Т.А., Рязанова М.А.**

ФГБНУ Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия; [petrenko@bionet.nsc.ru](mailto:petrenko@bionet.nsc.ru)

Путем селекции на предрасположенность к стереотипному гиперкинезу в форме маятникообразных движений передней части туловища, из крыс линии Вистар была получена линия крыс МД+, характеризующаяся высокой предрасположенностью к аудиогенной эпилепсии. Около 85 % крыс линии МД+ в ответ на звуковой стимул дают двигательное возбуждение, которое в 40% случаев заканчивается судорогами. Аудиогенные судороги, развивающиеся рефлексивно у грызунов в ответ на звуковую стимуляцию, являются одной из экспериментальных моделей генерализованной конвульсивной эпилепсии человека. Ранее было установлено, что крысы линии МД+ характеризуются измененным нейромедиаторным профилем по сравнению с контрольной линией Вистар.

Одним из методов исследования механизмов патологии является онтогенетический подход. Ранее было сделано предположение о влиянии гена, контролирующего маятникообразные движения на онтогенез двигательной функции. В данной работе был проведен тест по оценке активности моторных подсистем крыс линии МД+ в неонатальном периоде (в возрасте 1, 7, 10 и 14 дней). В 1-й день постнатального развития было показано снижение общей активности ( $p < 0,001$ ) и повышение «времени вставания на ноги» у крысят МД+ по сравнению с крысятами Вистар ( $p < 0,01$ ). Обнаружено, что пики циркулярных движений приходится на разные сроки: у крысят линии Вистар – на 7 день, а у крысят МД+ – на 10-й день. К 14 дню постнатального развития у крыс линии МД+ снижен уровень локомоций ( $p < 0,0001$ ) и общей активности ( $p < 0,01$ ) по сравнению с животными линии Вистар. Также было показано, что во всех исследованных возрастах масса тела у крыс МД+ была ниже, а масса семенников (абсолютная и относительная) – выше по сравнению с крысами Вистар. Полученные данные указывают на черты дестабилизации как в становлении моторной функции, так и в показателях физического развития.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 14-04-00422 и Бюджетным проектом № 0324-2015-0004.*

## DYSFUNCTION OF SOME BODY SYSTEMS IN PM+ RATS WITH AUDIOGENIC EPILEPSY

Prokudina O.I., Alekhina T.A., Ryazanova M.A.

The Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Novosibirsk, Russia; [petrenko@bionet.nsc.ru](mailto:petrenko@bionet.nsc.ru)

PM+ rat strain was breeding from white Wistar rats on predisposition to pendulum movements (stereotypic hyperkinesis in the form of lateral rocking of the head and body). Breeding rats for increased pendulum movements (strain PM+) resulted in a heightened frequency of audiogenic epilepsy (about 85%). The audiogenic seizures in rodents are one of the experimental models of the human generalized convulsive epilepsy. In our early works it was shown that PM+ rats differ in the neurotransmitter levels from control rat strain.

One of the methods for studying mechanisms of disease is an ontogenetic approach. Previously, it has been suggested the influence of the gene that controls the pendulum movement in the ontogeny of motor function. In this study the Test of the Motor Subsystem was performed in neonatal rats. Motor reactions were studied at 1<sup>st</sup>, 7<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> days after birth. Was shown the decrease of the total activity ( $p < 0,001$ ) and increase the "time getting up on feet" in MD + rats in compare with Wistar pups ( $p < 0,01$ ) at the 1<sup>st</sup> day of postnatal development. It was found that the circular movements peaks occur in different periods: at the 7<sup>th</sup> day in Wistar rats and at the 10<sup>th</sup> day in PM+ rats. The level of common activity ( $p < 0,01$ ) and the level of locomotion ( $p < 0,0001$ ) were lowered in PM+ rats in comparison with Wistar animals by 14 postnatal day. Also it was shown that body weight of PM+ rats was lower than Wistar rats, and the absolute and relative weights of testes were higher than Wistar rats in each ontogeny points. These data indicate the signs of destabilization in the development of the motor function as well as in the parameters of the physical conditions.

*The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant No. 14-04-00422) and the Basic Budget project № 0324-2015-0004.*

## ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА НА ЭТАПАХ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ С МЕТАСТАТИЧЕСКИМ ПОРАЖЕНИЕМ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Протасова Т.П., Шихлярова А.И., Пушкин А.А., Коробейникова Е.П., Зинькович М.С.

ФГБУ «Ростовский научно-исследовательский онкологический институт» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Россия; [protasovatp@yandex.ru](mailto:protasovatp@yandex.ru)

В отношении общей выживаемости пациентов с одиночным метастатическим поражением мозга (МПГМ) показано преимущество комбинированного лечения, включающего облучение всего головного мозга (ОВГМ) и добавление буста. Однако данные литературы неоднозначны по вопросу нейротоксичности и безопасности применяемого дополнительного локального облучения. Целью нашего исследования явилась сравнительная оценка интегральных показателей функционального состояния головного мозга и организма в целом после курсов ОВГМ и ОВГМ с добавлением буста на ложе удаленного метастаза.

Обследованы 16 больных обоего пола через 3-4 недели после удаления метастаза (перед лучевой терапией (ЛТ) и по окончании курса ЛТ. Изучали показатели ЭЭГ, электропроводности (ЭП) точки Инь-тан (индивидуального напряжения тестирования – Ut) и аурикулярных точек (АТ), характер общих адаптационных реакций организма (ОНАР) в 2-х группах пациентов: контрольная (ОВГМ) и основная (ОВГМ+буст). Регистрацию ЭЭГ осуществляли монополярно на установке «ЭНЦЕФАЛАН-ЭЭГ-19/26» от 19 отведений по системе 10-20. Замеры ЭП выполнены лечебно-диагностическим аппаратом «ДиаДЭНС ПК» по методу «Биорепер». Идентификацию типов ОНАР осуществляли по процентному содержанию лимфоцитов в лейкоцитарной формуле крови.

В конце курса ЛТ в основной группе больных отмечены рост мощности  $\theta$ -ритма на 6-9% ( $p < 0,05$ ) в отведениях F3, PZ, C3, а также снижение  $\alpha$ -ритма на 10-13% ( $p < 0,05$ ) в отведениях O2, T4 относительно исходных значений. Оценка динамики Ut показала его возрастание к концу курса лечения у пациентов обеих групп, что является отражением отрицательной клинической динамики. Однако выраженность изменений изучаемого показателя в ходе лечения в группах была неодинаковой: достоверный рост Ut ( $p < 0,01$ ) отмечен только в основной группе больных. Анализ ЭП в АТ нервной, эндокринной, иммунной систем показал преимущественный переход в состояние гипофункции на фоне ЛТ, также более выраженный в основной группе. Отрицательная динамика интегрального показателя Ut коррелирует с ухудшением структуры адаптационных реакций: уменьшение значений соотношения количества антистрессорных реакций к стрессу (K ас/с) к концу курса лечения отмечено в обеих группах, причем показатель K ас/с в итоге оказался ниже в основной группе больных (0 против 0,67 в контрольной). Таким образом, изученные показатели отражают снижение функциональной активности ЦНС и адаптационных возможностей организма на фоне увеличения лучевой нагрузки, что свидетельствует о необходимости биоадаптивной коррекции повреждающих эффектов ЛТ у пациентов с метастатическим поражением мозга.

## INTEGRAL PARAMETERS OF THE BODY STATE IN PATIENTS WITH BRAIN METASTASIS DURING RADIOTHERAPY

Protasova T.P., Shikhlyarova A.I., Pushkin A.A., Korobeynikova E.P., Zinkovich M.S.

Rostov Research Institute of Oncology, Rostov-on-Don, Russia; [protasovatp@yandex.ru](mailto:protasovatp@yandex.ru)

Combined treatment including whole brain irradiation (WBI) with additional boost has shown its advantages in terms of overall survival of patients with solitary brain metastasis (SBM). However, the literature data on neurotoxicity and safety of additional local irradiation are ambiguous. The purpose of the study was to compare integral parameters of the functional state of the brain after WBI and WBI with additional boost to the bed of removed metastatic foci.

16 patients of both genders were examined 3-4 weeks after metastasis removal before and after radiotherapy (RT). Parameters of EEG, electrical conductivity (EC) of the Yin Tang point (individual testing tension – Ut) and auricular points (AP) and character of general adaptation body reactions (GNSAR) were studied in two

groups of patients: the control group (WBI) and the main one (WBI+boost). EEG was recorded monopolarly using Encephalan EEG-19/26 system from 19 electrodes according to the international 10–20 system. EC was measured with DiaDENS PC medical diagnostic system by the "Bioreper" method. GNSAR types were identified by the percentage of lymphocytes in the blood leukocyte formula.

The main group showed increased power values of  $\theta$  range by 6-9% ( $p < 0.05$ ) at F3, PZ, C3 after RT ( $p < 0.05$ ), as well as decreased  $\alpha$  values by 10-13% ( $p < 0.05$ ) at O2 and T4, compared to the initial values. Ut dynamics assessment demonstrated its increase by the end of the treatment in both groups which reflected negative clinical dynamics. However, the degree of changes in the parameter differed between the groups: significant Ut increase ( $p < 0.01$ ) was noted in the main group only. Analysis of EC in AP of the nervous, endocrine and immune systems demonstrated primary transition to the hypofunction state during RT, which was more marked in the main group. Negative Ut dynamics correlated with deterioration in the structure of adaptation reactions: decreased ratio of antistress reactions to stress was registered in both groups by the end of the treatment, and as a result, the parameter was lower in the main group (0 vs. 0.67 in the control). Thus, the studied parameters reflect the decline in the CNS functional activity and adaptation capabilities of the body in increasing radiation exposure that indicates the need for bioadaptive correction of RT damaging effects in patients with brain metastasis.

### **ОСОБЕННОСТИ ФАЗОЗАВИСИМОГО ВЛИЯНИЯ СЕНСОРНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА РЕОРГАНИЗАЦИЮ ФОНОВОГО АЛЬФА-РИТМА ЧЕЛОВЕКА**

**Пушкин А.А., Лысенко Л.В., Сухов А.Г., Криволай А.Г.**

Академия биологии и биотехнологии ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия

Проведено исследование влияния зрительной стимуляции, проводимой избирательно на разных фазах потенциалов альфа-ритма, на характеристики кратковременной и длительной перестройки фонового ритмогенеза головного мозга человека. Предъявление световых вспышек избирательно на нисходящих фазах альфа-волн, во время активации калиевых потенциал-зависимых каналов, или же на восходящих фазах альфа-волн, в период активации низкопороговых кальциевых потенциал-зависимых каналов, проводилось программно от ЭВМ в режиме реального времени с учетом частоты доминирующего у конкретного человека альфа-ритма.

Установлены характерные особенности частотно-фазового влияния световых вспышек на параметры кратковременного срыва фонового альфа-ритма в зависимости от попадания стимулов на восходящую или же нисходящую фазу фоновых потенциалов, отражающие по нашему мнению разные этапы восприятия, анализа и опознания стимула в памяти испытуемых. Повторное тестирование параметров срыва фонового ритмогенеза у одних и тех же испытуемых показало их устойчивость, обусловленную индивидуально-типологическими, генетическими особенностями каждого человека.

При длительной повторной стимуляции с предъявлением 50-100 повторных стимулов на одной и той же восходящей или нисходящей фазе волны альфа-ритма с интервалами 3-5 сек. наблюдались более длительные перестройки фонового ритмогенеза и функционального состояния испытуемых с повышением или же понижением их возбудимости.

*Работа выполнена при поддержке базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ (проект № 2034).*

### **FEATURES OF INFLUENCE PHASE-DEPENDENT SENSORY STIMULATION ON REORGANIZE BACKGROUND ALPHA RHYTHM RIGHTS**

**Pushkin A. A., Lysenko L.V., Sukhov A.G., Krivolay A.G.**

Academy of biology and biotechnology SFU, Rostov-on-Don, Russia

The influence of visual stimulation, carried out selectively in various phases of the alpha rhythm potentials on the characteristics of short-term and long-term restructuring of the background rhythmogenesis human brain. Presentation of light flashes selectively on the descending phases of alpha waves, during the activation of potassium voltage-dependent channels or on the ascending phases of alpha waves, during the activation of low-threshold calcium potential-dependent channels performed in software by a computer in real time based on the frequency dominant in a particular person alpha rhythm.

The characteristic features of the effect of frequency and phase of light flashes on the parameters of a short-term disruption of background alpha rhythm depending on the stimuli falling on the ascending or descending phase of the background potential, reflecting our view the different stages of perception, analysis and identification of the stimulus in the memory test. Retesting of failure parameters rhythmogenesis background in the same subjects showed their resistance due to individual-typological, genetic characteristics of each person.

At long repeated stimulation with the presentation of 50-100 repeated stimuli on the same ascending or descending phase of the wave of alpha rhythm at intervals of 3-5 seconds. We observed a longer adjustment background rhythmogenesis and functional state of the subjects with an increase or decrease in their excitability.

*This work was supported by funding from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, the base part of the state assignment (grant № 2034).*

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ КОГНИТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ И ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ ОТ ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА СТУДЕНТОВ 18-22 ЛЕТ**

**Рабицев И.Э.<sup>1</sup>, Микаелян Р.Н.<sup>1</sup>, Аветисян Э.А.<sup>2</sup>, Шогерян С.А.<sup>3</sup>, Петросян А.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Московский Педагогический Государственный Университет, г. Москва, Россия, mikaelyan.r@mail.ru;

<sup>2</sup>Институт физиологии им. Л.А.Орбели НАН РА; <sup>3</sup>Армянский Государственный Педагогический Университет им. Х. Абовяна, г. Ереван, Армения.

Целью исследования явилось изучение влияния направленности вегетативного тонуса на функции зрительной системы у студентов МПГУ. Проводились анкетирование с помощью таблицы-опросника

(Вейн А.М.), оценка вегетативного тонуса, определение остроты зрения и функциональная коррекция механизма настройки на резкость (методика Рабичева И.Э.), а так же характер симпато-парасимпатических соотношений при выполнении коррективного теста Clocks Carrousel студентами АГПУ, исходя из анализа variability ритма сердца. В эксперименте приняли участие студенты МПГУ, возраста 18-22 лет и студенты АГПУ той же возрастной группы. Полученные результаты показали высокий уровень симпато-парасимпатического дисбаланса в 95% случаев. При этом, нарушение баланса симпатической и парасимпатической систем распределилось следующим образом: в 37,5% случаев наблюдалась симпатотония, 57,5% – ваготония. Представляет интерес тот факт, что наблюдалось преобладание парасимпатического звена в регуляции синусного ритма в состоянии покоя и у девушек и у юношей. Исследование зрительной функции показало наличие нарушения остроты зрения у 52,5% студентов, наиболее резкие нарушения наблюдались в основном у юношей, нежели у девушек (10%). Из всего количества испытуемых у 37,5% имелись нарушения как вегетативной функции, так и зрительной. Изучение корреляции вегетативной дисфункции и нарушение остроты зрения показал высокий ее уровень ( $r = 0,56$ ). Оценка результатов выполнения коррективной пробы при подключении классической музыки показала у значительной части испытуемых скорость обработки фигур (СОФ) и время принятия решения (ВПР), т.е. скорости реагирования на правильные фигуры, находятся в прямой зависимости от психического состояния и пола, а ваго-симпатический дисбаланс проявляется в централизации подкорковых систем регуляции, более выраженный у студенток. Так СОФ у студентов составил 12,4%, у студенток – 19,3%, ВПР в минуту укорачивается на 21,6% у всех испытуемых. В показателях ВПС при выполнении коррективной пробы происходит увеличение ИВР (индекса вегетативного равновесия) на 31,2% и повышение ПАПР (показатель активности процессов регуляции) на 18,1%, что указывает на вовлечение центральных механизмов регуляции при различных информационных нагрузках для восстановления гомеостаза. Сравнительный анализ различных показателей функционального состояния мозга при напряженной деятельности студентов МПГУ и АГПУ показал, что как потеря остроты зрения, так и информационные нагрузки при выполнении коррективной пробы, при которой вовлекается зрительная система, вызывает нарушение вегетативного баланса, что приводит к дисфункции зрительной системы и ухудшению когнитивных способностей студентов независимо от ареала проживания.

#### **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF COGNITIVE ABILITIES AND THE VISUAL ACUITY OF THE VEGETATIVE STATUS OF STUDENTS 18-22 YEARS**

**Rabichev I.E.<sup>1</sup>, Mikaelyan R.N.<sup>1</sup>, Avetisyan E.A.<sup>2</sup>, Shogeryan S.A.<sup>3</sup>, Petrosyan A.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Moskovsky State Pedagogical University, Moscow, Russia, mikaelyan.r@mail.ru; <sup>2</sup>Institut of Physiology. NAS L.A.Orbeli; <sup>3</sup>Armyansky State Pedagogical University. Abovyan, Yerevan, Armenia.

The aim of the study was to investigate the influence of autonomic tone focus on the visual system functions in students of Moscow State Pedagogical University. Conducted a survey using a table-questionnaire (Vein AM), evaluation of autonomic tone, visual acuity and functional correction of the sharpness adjustment mechanism (technique Rabicheva IE), as well as the nature of the sympathetic-parasympathetic relations when the proof-test Clocks Carrousel ASPU students, based on the analysis of heart rate variability. In the experiment, attended Moscow State Pedagogical University students, aged 18-22 years and ASPU students in the same age group. The results showed a high level of sympathetic-parasympathetic imbalance in 95% of cases. At the same time, the imbalance of sympathetic and parasympathetic systems, distributed as follows: 37.5% of the cases observed sympathotony, 57.5% – vagotonia. Of interest is the fact that there was predominance of parasympathetic regulation in sinus rhythm at rest both in girls and boys. The study of visual function showed a violation of visual acuity in 52.5% of the students, the most drastic violations were observed mainly in boys than in girls (10%). Of the total number of subjects in 37.5% were violations of both autonomic function, and visual. The study of the correlation of autonomic dysfunction and disturbance of visual acuity showed a high level of it ( $r = 0,56$ ). Evaluation of the results of the sample perform proofreading by connecting classical music showed a significant part of the test processing speed figures (SOF) and the time of the decision (CDF), ie Response rate to the correct figures are in direct proportion to the mental state and gender, and vago-sympathetic imbalance manifested in the centralized regulation of subcortical systems, more pronounced among female students. So SOF students was 12.4%, of female students – 19.3%, CDF per minute shortened by 21.6% in all subjects. The UPU indicators when the sample is an increase proofreading PSI (vegetative balance index) of 31.2% and an increase PAPR (a measure of the activity of regulatory processes) to 18.1%, which indicates the involvement of the central mechanisms of regulation at various loads of information to restore homeostasis. A comparative analysis of the different parameters of the functional state of the brain during intense activity of students of Moscow State Pedagogical University and ASPU shown that a loss of visual acuity as well as information load when the proofreading test, in which are involved the visual system, causes a disturbance of vegetative balance, which leads to dysfunction of the visual system and the deterioration cognitive power regarding students, regardless of area of residence

#### **СОЦИАЛЬНО-КОГНИТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИНАПСОВ У КАЛЬСИНТЕНИН-2 НОКАУТНЫХ МЫШЕЙ**

**Раннева С.В., Павлов К.С., Максимов В.Ф., Коростышевская И.М., Филюшина Е.Е., Бузуева И.И., Липина Т.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирск, Россия; [s.v.ranneva@gmail.com](mailto:s.v.ranneva@gmail.com)

Кальсинтенин-2 (Clstn2) – синаптический протеин, относящийся к суперсемейству кадгеринов, играет важную роль в обучении и формировании памяти. В настоящий момент известно, что нокаутные мыши по данному гену (Clstn2-KO) имеют дефицит ГАМКергических интернейронов в CA1-CA3 зонах гиппокампа и коре головного мозга. У данной линии мышей выявлена высокая двигательная активность в тесте

«открытое поле», а также дефицит пространственного обучения и памяти. Дефицит ГАМКергической нейротрансмиссии связан с рядом психопатологий, включая шизофрению и аутизм, однако, детальный анализ поведенческих эндотипов, относящихся к данным психопатологиям не был проведен. Более того, недостаток ГАМКергической нейротрансмиссии у *Clstn2*-КО линии, возможно, связан с особенностями строения и функционирования синапсов, но морфометрические особенности синаптических комплексов у данной линии мышей остаются неизученными. Поэтому основной целью данной работы явилась комплексная оценка социально-когнитивных характеристик и морфометрических особенностей синаптических комплексов нейронов CA3 зоны гиппокампа и коры головного мозга *Clstn2*-КО мышей.

Поведенческий анализ *Clstn2*-КО мышей в тесте «открытое поле» подтвердил гиперактивность нокаутной линии. В тестах «Социальное взаимодействие на нейтральной площадке», «Социальная мотивация и социальное распознавание», «Социальное предпочтение к еде» *Clstn2*-КО проявили себя как асоциальные, не склонные к общению особи, избегающие контактов с сородичами. Также нами был проведен дополнительный тест на пространственное обучение и память, в котором был найден дефицит, как пространственного обучения, так и долговременной памяти у исследуемой линии. В тесте престаимпульной ингибции реакции вздрагивания, оценивающим сенсорномоторную фильтрацию информации, не было выявлено отклонений у *Clstn2*-КО мышей.

В целом, выявленные эндотипы, позволяют предполагать, что отсутствие кальсинтенин-2 у мышей приводит к проявлению поведения, сходного с симптомами расстройства аутистического спектра. Морфометрический анализ показал уменьшение числа аксо-соматических синапсов в CA3 зоне гиппокампа, и изменение структуры синапсов в коре головного мозга *Clstn2*-КО мышей. Полученные результаты указывают на существенную роль кальсинтенин-2 в формировании и функционировании синаптических комплексов головного мозга. Дальнейшее комплексное исследование будет направлено на дальнейшую валидацию *Clstn2*-КО мышей как новую генетическую модель аутизма.

#### **SOCIO-COGNITIVE CHARACTERISTICS AND MORPHOMETRIC FEATURES OF SYNAPSES IN CALSYNTENIN-2 KNOCKOUT MICE**

**Ranneva S.V., Pavlov K.S., Maksimov V.F., Korostyshevskaja I.M., Filushina E.E., Buzueva I.I., Lipina T.V.**

Federal State Budgetary Scientific Institution, Scientific Research Institute of Physiology and Basic Medicine, Novosibirsk, Russia; [s.v.ranneva@gmail.com](mailto:s.v.ranneva@gmail.com)

Calsyntenin-2 (*Clstn2*) is the synaptic protein that belongs to the super family of cadherins playing an important role in learning and memory formation. Currently, it is known that knockout mice for this gene (*Clstn2*-KO) have a deficit of inhibitory GABAergic interneurons in CA1, CA3 regions of the hippocampus and cerebral cortex. *Clstn2*-KO mice expressed high motor activity as detected in the test "open field", as well as deficient spatial learning and memory. The deficit of GABAergic neurotransmission is associated with a number of psychopathology, including schizophrenia and autism. However, the detailed analysis of the behavioral endophenotypes related to these psychopathologies, has not been carried out yet. Moreover, the insufficient GABAergic neurotransmission in *Clstn2*-KO line, likely, is related with the peculiarities of synaptic structure and functioning, but the morphometric features of the synaptic complexes in this mouse line remain to be unstudied. Therefore, the main objective of the current project was a comprehensive assessment of the socio-cognitive characteristics and morphometric features of synaptic complexes CA3 neurons of the hippocampus and the cerebral cortex of *Clstn2*-KO mice.

Behavioral analysis *Clstn2*-KO mice in the test "open field" confirmed hyperactivity in the knockout line. Interestingly, analysis of various social assays, such as "social interaction on neutral area," "social motivation and social recognition", "social transmission of food preference" revealed that *Clstn2*-KO animals showed asocial behavior, they are not interested to communicate with unfamiliar individual and avoid to contact with cage-mates. In addition to deficient social domain, we also revealed impaired spatial learning and memory in *Clstn2*-KO mice. However, prepulse inhibition (PPI) of acoustic startle response, a measure of sensorimotor gating processes, (deficient PPI is observed in patients with schizophrenia) was unaffected in *Clstn2* deficient animals.

Overall, the identified endophenotypes indicate that the lack of calsyntenin-2 in mice leads to the expression of behavior related to the symptoms of autism spectrum disorders in humans. Morphometric analysis showed a reduction in the number of axo-somatic synapses in hippocampal CA3 area, and altered structure of synapses in the cerebral cortex of *Clstn2*-KO mice, suggesting a significant role of calsyntenin-2 in the development and functioning of the brain synaptic complexes. Further studies will be focused on further validation of *Clstn2*-KO mice as a new genetic model for autism.

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНИМАНИЯ КАК КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКОГО И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ЧЕЛОВЕКА**

**Рембовский В.Р., Габибов И.М., Хачатурова Э.В.**

ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России,  
Санкт-Петербург, Россия, [igabibov@mail.ru](mailto:igabibov@mail.ru)

В настоящее время, с увеличением заболеваний психоневрологического характера и стрессовых ситуаций, появилась необходимость в изучении одного из психологических процессов, а именно внимания (дефицита, сохранности и свойства внимания и т. д.).

Для измерения характеристик внимания используются различные методы, тесты, пробы. И анкеты. Но все они неточны и субъективны [1, 2].

Следовательно, до сих пор нет единой системы как в теоретическом осмыслении проблемы внимания, так и оценки психоэмоционального состояния человека.

В связи с этим нами разработан инновационный метод оценки психоэмоционального состояния человека («Тест Габибова»), по параметрам испытания которого можно быстро, точно и объективно рассчитать основные характеристики внимания. [1-3].

Суть данного теста описана в сборнике материалов данного конгресса в 2015 г. [2].

Несмотря на то, что «Тест Габибова» позволяет получать параметров для быстрой, точной и объективной оценки психоэмоционального состояния человека, к настоящему времени нет точных методов расчета оценки основных характеристик внимания.

С этой целью нами предложен способ расчета внимания «Формула Габибова» [1]. По количеству ошибок ( $E$ , в %), среднему ( $\sum T_{ср}$ , в мс.), минимальному ( $T_{min}$ , в мс) и максимальному ( $T_{max}$ , в мс.) времени реакции, а также количеству правильных ответов ( $P=100-E$ , в %), производится расчет дефицита ( $A$ , в %), сохранности ( $A_k$ , в %) и свойства ( $A_o$ , в %) внимания, которые определяются по следующим формулам:  $A=\Delta T/\sum T_{ср} \times E$  – дефицит внимания, где  $\Delta T=T_{max}-T_{min}$  и  $A_o=\Delta T/\sum T_{ср} \times P$  – свойство внимания. Сохранность внимания ( $A_k$ , в %) определяется как разность между 100% и величиной дефицита внимания.

Таким образом «Формула Габибова» позволяет математически рассчитать и объективно оценивать уровень как дефицита и сохранности, так и свойства внимания, которые наиболее значимы при диагностике заболеваний психоневрологического и эмоционального статуса детей и взрослых.

Литература

1. Рембовский В.Р., Габибов И.М. Гаврилова М.П. Патент по з. 2015152971 RU. 2015. 13 с.
2. Габибов И.М. Сб. «Нейронаука для медицины и психологии». Судак, 2015. – С.120-122.
3. Габибов И.М., Середкин Ю.А., Касьяненко Е.С., Молодцова И.Д., Гаврилова М.П., Зябло Е.В., Акчурина Н.Ю. Сб. «Актуальные проблемы диагностики, профилактики и лечения профессионально-обусловленных заболеваний». Сочи. – С. 120-122.

### THE ATTENTION CHARACTERISTIC DETERMINE AS CRITERIA VALUATION OF MAN PSYCHONEUROLOGICAL AND EMOTIONAL STATE Rembovsky V.R., Gabibov I.M., Khachaturova E.V.

Federal State Unitary Enterprise "Scientific Research Institute of man hygiene, profpathology and ecology" Federal Medico-Biological Agency, Saint Petersburg, Russia. [igabibov@mail.ru](mailto:igabibov@mail.ru)

In present time with progressing psychoneurological and emotional disorders become necessary to study of attention characteristic, such as attention deficit and property and for attention determine used complex of psychophysiological methods and psychological tests, results which are not correct and not objective [1, 2].

So as have no standarte system for study problem of man attention characteristic and valuation psychoemotional state. In this regard was make new method valuation of man psychoneurological and emotional state as results (Gabibov's test) which may be mathematical calculation of attention parameters.

So was proposed the formula for calculation attention deficite and property (Gabibov's formula) where errors number ( $E$ , in %), reaction time – mean value ( $\sum T_{mdl}$ , in ms), maximum ( $T_{max}$ , in ms), minimum ( $T_{min}$ , in ms) and positive reaction number ( $P=100-E$ , в %) make calculate of attention deficite ( $A$ , в %), keep ( $A_k$ , in %) and property ( $A_o$ , in %), which describe formules:  $A=\Delta T/\sum T_{mdl} \times E$  – for attention deficite, where  $\Delta T=T_{max}-T_{min}$ ,  $A_o=\Delta T/\sum T_{mdl} \times P$  – for attention property and  $A_k=100\%-A$  – for attention keep.

Thus all this formules allow calculate level attention deficite, Keep and property which are more important for diagnostic and valuation of man psychoneurological and emotional state.

Referent

1. Rembovsky V.R., Gabibov I.M., Gavrilo M.P. Patent reg. № 2015152971 RU. 2015. 13 с.
2. Gabibov I.M. In «Neuroscience for Medicine and Psychology». Sudak, RU. 2015. – P.120-122.

### ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ГРУППОВЫЕ РЕАКЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА НА ВОЗМУЩЕНИЯ ГЕОМАГНИТНОЙ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ У МУЖЧИН В ЗАПОЛЯРЬЕ (ПО ДАНЫМ АНАЛИЗА СТРУКТУРНОЙ ФУНКЦИИ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЭЭГ)

Рожков В.П.<sup>1</sup>, Трифонов М.И.<sup>1</sup>, Бекшаев С.С.<sup>1</sup>, Белишева Н.К.<sup>2</sup>, Пряничников С.В.<sup>2</sup>, Сороко С.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М.Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup>Кольский научный Центр РАН, Апатиты, Россия; [vlozhkov@mail.ru](mailto:vlozhkov@mail.ru)

Изучению влияния геомагнитной активности (ГМА) на ЦНС человека посвящено большое количество исследований. Эти влияния сопоставляются, как правило, с параметрами локальной ЭЭГ даже в том случае, когда она регистрируется во множестве отведений. Целью работы являлось выявление модулирующих и возмущающих эффектов резких колебаний уровня ГМА и солнечной активности на динамику функционирования мозга как целостной системы, на основе анализа интегральных характеристик многоканальной ЭЭГ. Исследования проведены в Заполярье, в них приняли участие 12 мужчин в возрасте от 19 до 37 лет. ЭЭГ регистрировали ежедневно в течение 25 дней. Период исследования отмечен геомагнитными бурями G2-G3 уровня и вспышками на Солнце M1-M2 класса. Анализ многоканальной ЭЭГ (8 каналов, эпоха анализа 20 с) основывался на результатах расчета временной структурной функции первого порядка, определяемой как среднее приращение амплитуды нормированной ЭЭГ сигнала в 8-мерном (по числу отведений ЭЭГ) пространстве на интервалах, кратных интервалу дискретизации ЭЭГ. Показано что, параметр Sill (плато структурной функции) связан с определителем корреляционной матрицы ЭЭГ [Трифонов, 2016], характеризующим уровень пространственной взаимосвязи ЭЭГ во всех отведениях. Параметр Range (радиус корреляции) определяет временной диапазон, в течение которого достигается плато, и служит для оценки временных масштабов внутренней корреляции многоканальной ЭЭГ. Выявлено, что вариации ГМА более сопряжены с изменениями параметра Range – временного компонента структурной функции, чем параметра Sill. Изменения параметров структурной функции ЭЭГ в наибольшей мере связаны с величиной трехчасового K-индекса ГМА в момент обследования. Выявлены как индивидуальные, в отдельных случаях разнонаправленные, изменения интегральных параметров ЭЭГ, так и общие по группе эффекты, отраженные в изменениях показателей регрессии между параметрами

структурной функции при спокойной и возмущенной (K от 4 до 7) геомагнитной обстановке. Динамика интегральных характеристик ЭЭГ у различных испытуемых связана как с резкими изменениями ГМА, так и солнечной активности. Пороговые эффекты в ЭЭГ наиболее выражены в условиях сочетанного воздействия этих факторов. Возмущающие воздействия, синхронизирующие изменения электрической активности мозга с вариациями гелиогеофизических факторов, приводят к эффекту одновременных, вызванных этими воздействиями, изменений функционального состояния ЦНС для различных лиц в группе.

**INDIVIDUAL AND GROUP RESPONSES OF THE BRAIN BIOELECTRICAL ACTIVITY IN MEN IN THE ARCTIC TO SOLAR ACTIVITY AND GEOMAGNETIC DISTURBANCES (ACCORDING TO THE ANALYSIS OF STRUCTURAL MULTICHANNEL EEG FUNCTION)**

**Rozhkov V.P.<sup>1</sup>, Trifonov M.I.<sup>1</sup>, Bekshaev S.S.<sup>1</sup>, Belisheva N.K.<sup>2</sup>, Prjanichnikov S.V.<sup>2</sup>, Soroko S.I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia; vrozhkov@mail.ru

The impact of geomagnetic activity (GMA) on the human central nervous system is a subject of many investigations. The local EEG parameters are usually under study even if multichannel EEG is recorded. The aim of the current study is to identify the modulating and disturbing effects of sharp variations of GMA levels and solar activity on the functional dynamics of the brain, as a whole system, using the integral parameters of the multichannel EEG. The studies were carried out in Arctic region on 12 adults aged 19-37 years. EEGs were recorded daily over of 25 days. The G2-G3 geomagnetic storms and M1-M2 solar flares take place during this period of time. Analysis of multichannel EEG (8 channels, epoch length of 20 s) was based on the empirical multivariate temporal structure function of the first order defined as the expectation of the absolute amplitude increment of normalized 8-dimensional EEG signal on the time lags that are integer multiples of the sampling interval. It is shown that there is an empirical dependence between the Sill parameter (the plateau of the structure function) and the determinant of EEG correlation matrix [Trifonov, 2016], that characterizes the EEG spatial organization, The Range parameter (correlation radius) defines time range at which the structure function reaches the Sill value and serves for a estimation of time scales of the EEG integral temporal organization. It was found that GMA variations produce more pronounced influence effect on the Range parameter as being the temporal component of the structure function, than on the Sill parameter. The changing of the Range and Sill parameters is mostly related with the magnitude of 3-hour K-index of GMA at the moment of EEG recording. There are both individual effects sometimes reflecting diverging changing of the integral EEG parameters and grouping effects reflecting the difference of regression coefficients between structure function parameters at low and high (K-index within 4-7) GMA. The dynamics of the integral EEG characteristics in different subjects is related with both sharp GMA variations and solar activity. The threshold effects in EEG are more pronounced when these factors act together. The disturbing influences, synchronizing changing of electrical brain activity with variation of heliogeophysical factors, leads to an effect of simultaneous, caused by these influences, changes in functional state of CNS for different subjects in a group.

*Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований 1.15П Президиума РАН*

**ПОТЕНЦИАЛ МЕЛАТОНИНА В ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

**Рудницкая Е.А.<sup>1</sup>, Максимова К.Ю.<sup>2</sup>, Муралёва Н.А.<sup>1</sup>, Колосова Н.Г.<sup>1</sup>, Стефанова Н.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральный Исследовательский Центр Институт Цитологии и Генетики Сибирского отделения Российской Академии Наук, Новосибирск, Россия; rudnickaya@bionet.nsc.ru

<sup>2</sup>Сибирский Государственный Медицинский Университет, Томск, Россия

Мелатонин – основной гормон эпифиза, играющий ключевую роль в регуляции суточных ритмов. Снижение секреции и нарушение ритмов выработки мелатонина являются характерными проявлениями старения и развития связанных с ним заболеваний, в том числе болезни Альцгеймера (БА) – нейродегенеративного заболевания, характеризующегося прогрессирующими нарушениями памяти на фоне атрофических изменений мозга. Перспективностью использования мелатонина в профилактике и лечении БА активно обсуждается, но, как правило, на основании результатов опытов на животных моделях наследственной формы БА, на которую приходится только ~5% случаев заболевания. Нами показано, что у крыс OXYS – модели преждевременного старения и связанных с ним заболеваний – развивается комплекс ключевых признаков наиболее распространенной (~95% случаев) спорадической формы БА.

В настоящей работе мы показали, что нарушения секреции мелатонина у крыс OXYS возникают к возрасту 4 мес. и по времени совпадают с формированием нарушений поведения, снижения когнитивных способностей на фоне развития нейродегенеративных изменений и предшествуют накоплению токсических форм амилоида-β в мозге. Приём мелатонина в критический период формирования у крыс OXYS признаков БА (1,5-4 мес.) предупредил у них снижение уровня эндогенного мелатонина в эпифизе и сыворотке крови, компенсаторное повышение уровня нейротрофического фактора мозга (BDNF), замедлил развитие деструктивных изменений нейронов гиппокампа, а также рост тревожности, снижение моторно-исследовательской активности и референтной памяти. Более того, приём мелатонина в период активной прогрессии признаков БА у крыс OXYS (12-18 мес.) снизил уровень амилоида-β в гиппокампе и префронтальной коре, замедлил рост тревожности и ухудшение референтной памяти. У крыс OXYS, принимавших мелатонин, в отличие от контрольных крыс, повышение активности рецептора BDNF (TrkB) в гиппокампе, уровня пре- и постсинаптического белков синапсина I и PSD-95 в гиппокампе и префронтальной коре, снижение деструктивно измененных нейронов наряду с ультраструктурным состоянием нейронов, синапсов и митохондрий в гиппокампе отражают улучшение внутринеурональных процессов и аксонального транспорта. В целом, полученные результаты позволяют говорить о перспективности применения мелатонина в профилактике и лечении БА у людей.

*Работа поддержана грантами РФФИ №№ 15-04-01938 и 15-04-06066.*



### THE POTENTIAL OF MELATONIN IN PREVENTION AND TREATMENT OF ALZHEIMER'S DISEASE: EXPERIMENTAL STUDY

**Rudnitskaya E.A.<sup>1</sup>, Maksimova K.Yi.<sup>2</sup>, Muraleva N.A.<sup>1</sup>, Kolosova N.G.<sup>1</sup>, Stefanova N.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>The Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics The Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia; [rudnitskaya@bionet.nsc.ru](mailto:rudnitskaya@bionet.nsc.ru)

<sup>2</sup>Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

Melatonin is a multifunctional molecule and plays a crucial role in the regulation of circadian rhythms. The role of melatonin in the protection of the central nervous system is well documented. Therefore, melatonin was proposed as a possible therapeutic agent for reducing the severity of Alzheimer's disease (AD), a progressive neurodegenerative disease characterized by cognitive decline and memory dysfunction. The applicability of melatonin to the treatment of AD is actively evaluated, but usually, such studies are based on animal models of early-onset AD, which is responsible for only ~5% of AD cases. We showed that the OXYS rats are an experimental model of accelerated senescence that is also a rat model of late-onset AD-like pathology.

In the present study, we demonstrate that disturbances in melatonin secretion occur in OXYS rats at four months of age. These disturbances occur simultaneously with manifestation of behavioral abnormalities against the background of neurodegeneration but before the signs of amyloid- $\beta$  accumulation. We examined whether oral administration of melatonin could normalize the melatonin secretion and have beneficial effects on OXYS rats before and during progression to AD-like pathology. The results showed that melatonin treatment of OXYS rats from 1.5 to 4 months of age restored melatonin secretion in the pineal gland, improved neurotrophic status of the hippocampus by preventing compensatory upregulation of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and retrieved the healthy state of hippocampal neurons as well as prevented an increase in anxiety and the decline of locomotor activity, of exploratory activity, and of reference memory. Further, we demonstrated that melatonin administration from 12 to 18 months of age, when AD-like pathology actively progressed, decreased the amyloid- $\beta$  levels in the hippocampus and frontal cortex of OXYS rats. Moreover, melatonin treatment improved the ultrastructure of neuronal cells, i.e. significantly increased hippocampal synaptic density, upregulated pre- and postsynaptic proteins (synapsin I and PSD-95, respectively), prevented the decrease in the mitochondria-occupied portion of the neuronal volume and improved the ultrastructure of mitochondria in the hippocampus. Although melatonin treatment failed to restore hippocampal BDNF levels in OXYS rats, it activated the BDNF receptor (TrkB). Additionally, melatonin treatment of OXYS rats slowed down an increase in anxiety and deterioration of reference memory. Thus, melatonin may be involved in AD progression, whereas oral administration of melatonin could alleviate the burden of AD and may be considered a promising prophylactic and pharmaceutical treatment of the disease. This work was supported by grants from the Russian Foundation for Basic Research (projects ## 15-04-01938 and 15-04-06066).

### ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА В УСЛОВИЯХ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИКРОГРАВИТАЦИИ МЕТОДОМ «СУХОЙ» ИММЕРСИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МРТ

**Рукавишников И.В., Амирова Л.Е., Томиловская Е.С., Козловская И.Б.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва, Россия;  
[sapsan.box@gmail.ru](mailto:sapsan.box@gmail.ru)

В первые дни космических полетов и в послеполетном периоде у большинства членов экипажей космических станций отмечается феномен болей в спине (Wing P.C. et al., 1991). При переходе к условиям невесомости у членов экипажей также закономерно наблюдается увеличение роста. Оба феномена аккуратно воспроизводятся в условиях наземного моделирования невесомости – «сухой» иммерсии и антиортостатической гипокинезии (Baum K. et al., 1999). Целью работы явилось изучение структурно-функциональных изменений позвоночного столба в условиях моделируемой микрогравитации.

Исследования проводили в условиях 5-суточной СИ с участием 8 испытуемых-добровольцев. На 3-и и 5-е сутки иммерсионного воздействия проводили МРТ исследование позвоночника, регистрировали поперечную жесткость мышц-разгибателей спины, рост испытуемого, а также оценивали субъективную выраженность боли в спине.

Проведенное исследование выявило в условиях гравитационной разгрузки достоверное снижение поперечной жесткости мышц-разгибателей спины. Согласно данным МРТ, длина шейного отдела позвоночника (с учетом кривизны) увеличилась в среднем на  $0,32 \pm 0,12$  см, грудного –  $0,49 \pm 0,26$  см, поясничного – в среднем на  $0,89 \pm 0,45$  см. При этом высота межпозвоночных дисков в среднем увеличилась на  $0,36 \pm 0,03$  см. Одновременно в иммерсии отмечалось уменьшение выраженности изгибов позвоночника: в шейном отделе – в среднем на  $3,65 \pm 0,92$  градуса, в грудном – на  $6,0 \pm 2,58$  градусов и в поясничном – на  $6,6 \pm 3,29$  градуса. Сопоставление динамики изменений исследуемых параметров позволяют сделать заключение об их положительной взаимосвязи. Можно предположить, что исходной причиной болей в спине и увеличения роста в условиях моделируемой микрогравитации является выпрямление изгибов позвоночника и увеличение высоты межпозвоночных дисков вследствие снятия аксиальной нагрузки и снижения тонуса мышц-разгибателей спины, обеспечивающих на Земле архитектуру позвоночного столба.

*Работа поддержана грантом РФН №14-25-00167.*

### MRI STUDY OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES OF SPINE UNDER CONDITIONS OF SIMULATED MICROGRAVITY

**Rukavishnikov I.V., Amirova L.E., Tomilovskaya E.S., Kozlovskaya I.B.**

RF SSC – Institute of Biomedical Problems of the RAS, Moscow, Russia; [sapsan.box@gmail.ru](mailto:sapsan.box@gmail.ru)



Backpain phenomenon is regularly observed in cosmonauts during the first days of space flight (SF) and early postflight period (Wing P.C. et al., 1991). Exposure to weightlessness is also followed by height increase. Both phenomenon can be accurately reproduced under simulated weightlessness conditions – Dry Immersion (DI) and anti-orthostatic bedrest (Baum K. et al., 1999). The aim of the study was to investigate the changes of spine structure and function under conditions of simulated microgravity.

8 healthy volunteers subjects took part in 5-days DI study. On the 3d and 5th days of DI spinal MRI scannings were performed, the transverse stiffness of back extensor muscles, height of the subjects and subjective backpain evaluation were registered.

Data analysis revealed the decrease of back extensors transverse stiffness. According to MRI data analysis back column length was increased in average for  $0.32 \pm 0.12$  cm for neck,  $0.49 \pm 0.26$  cm for thoracic and  $0.89 \pm 0.45$  cm for lumbar part of the spine. At the same time the height of intervertebral discs increased  $0.36 \pm 0.03$  on average. Neck kyphosis was flattered for  $6.6 \pm 3.29$  degrees, thoracic for  $6.0 \pm 2.58$  degrees and lumbar lordosis was flattered for  $6.6 \pm 3.29$  degrees. Comparative study of the dynamics of changes registered in the course of DI allows to make a conclusion on their positive correlation. It can be suggested that the original cause of back pain and height increase under these conditions can be the flattering of spine curvature and increase of height of intervertebral discs due to axial unloading and atonia of back extensor muscles.

*The study is supported by RSF, project N14-25-00167.*

### **МУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНВАРИАНТЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОЗГА**

**Рыжов В.П., Клевцова А.Б., Рыжов Ю.В.**

Институт радиотехнических систем и управления Южного федерального университета,  
Таганрог, Россия; [vpr\\_trtu@mail.ru](mailto:vpr_trtu@mail.ru)

Музыка как искусство выражения художественных образов в системе упорядоченных звуков имеет сложную природу восприятия, исследование которого ведется уже не один век. Тем не менее, можно сказать, что единой общепризнанной теории музыкального восприятия, объясняющей все многообразие музыкальных феноменов, не создано. Многие аспекты музыкальной деятельности тесно связаны с информационными возможностями мозга, в первую очередь, с объемом оперативной памяти и с инерционностью его структур.

Известно, что большинство художественных текстов (в том числе музыкальных) воспринимаются как совершенные, если доля новых элементов и связей в их структуре составляет примерно 1/5. Поскольку для активного музыкального восприятия характерно вероятностное предсказание последующих музыкальных событий (слушательские ожидания), то для их осуществления необходимо использовать оперативную динамическую память, объем которой у человека существенно ограничен. Для преодоления этого ограничения необходимо оперировать более крупными единицами, чем отдельные звуки. Поэтому и слушатели, и, особенно, музыканты оперируют при восприятии музыки такими элементами, как аккорды, гаммообразные пассажи, типичные интонационные и гармонические обороты, секвенции, кадансы. Особую роль в восприятии музыки играют устойчивые к изменениям структуры в оперативной памяти – инварианты. Именно они обеспечивают константность восприятия в рамках одного произведения, стилистическую уникальность музыки крупного композитора, устойчивость тематического развития в вариационной форме. Основные виды инвариантов – мелодические, связанные с высотными соотношениями, и ритмические инварианты. В исследованиях Г.В. Иванченко, выполненных с участием авторов, показана ведущая роль мелодических инвариантов и вспомогательная – ритмических (для классической музыки).

Еще одним существенным способом использования ограниченных возможностей оперативной памяти и быстрого действия мозга является укрупнение воспринимаемых слушателем или исполнителем сигналов. Сущность процедуры укрупнения состоит в агрегировании отдельных элементов и замене их совокупности неким обобщенным элементом в пространстве меньшей размерности. Такой способ восприятия характерен для восприятия тембров музыкальных инструментов, многоголосной оркестровой или фортепианной музыкальной ткани, быстро меняющихся пассажей.

Именно на примере музыки наиболее очевидны способы решения мозгом человека таких задач, как разрешение противоречий между растущими художественными потребностями и имеющимися физиологическими и психологическими ограничениями.

### **MUSICAL INVARIANTS AND INFORMATION CAPACITIES OF THE BRAIN**

**Vladimir P. Ryzhov, Alla B. Klevtsova, Yuri V. Ryzhov**

Institute of Radiotechnical Systems and Management of the Southern Federal University,  
Taganrog, Russia; [vpr\\_trtu@mail.ru](mailto:vpr_trtu@mail.ru)

Music as an art of expression in artistic images of ordered sound system has the complex nature of perception, whose research has been going on several centuries. Nevertheless, we can say that a single universally accepted theory of musical perception, which explains the diversity of musical phenomena, not created. Many aspects of musical activity are closely linked to the information capacities of the brain, in the first place, to the amount of memory and the inertia of its structures.

It is known that the majority of literary texts (including music) are perceived as committed ones if the proportion of new elements and links in their structure is about 1/5. As the active musical perception is characterized by the following probabilistic prediction of musical events (the audience expectations), then to implement them we need to use operational dynamic memory that is substantially limited for a person. To overcome this limitation, we need to handle larger units than the individual sounds. Therefore, the students, and especially musicians in the perception of music operate elements such as chords, passages similar to gamma, typical intonation and harmonic turns, sequences, cadences. Invariants, or resistant to changes in the structure in memory, play a special role in the perception of music. They provide the constancy of perception within a single

work, the stylistic uniqueness of the greatest composers of music, the theme of sustainability in variation form. The main types of invariants are melodic, associated with tall ratios, and rhythmic invariants. In the studies of Galina Ivanchenko with the participation of other authors, it is shown that in classical music the melodic invariants play leading role and the rhythmic ones – auxiliary.

Another important way to use the limited capacities of memory and brain performance is perceived by the listener or the enlargement of the executive signal. The essence of the consolidation procedure is the aggregation of individual elements and replace them with a certain set of generic elements in a space of smaller dimension. This way of perception is characteristic for the perception of the sounds of musical instruments, polyphonic orchestral and piano music and rapidly changing passages.

For example of the music we see the most obvious ways to solve by the human brain problems such as resolution of conflicts between the growing artistic needs and the physiological and psychological limitations.

### **МЕТАБОТРОПНЫЕ ГЛУТАМАТНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ ПОЛУКРУЖНЫХ КАНАЛОВ АМФИБИЙ: ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ОКСИДОМ АЗОТА**

**Рыжова И.В., Ноздрачев А.Д., Тобиас Т.В., Орлов И.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН,  
Санкт-Петербург, Россия, [irenerzhova@mail.ru](mailto:irenerzhova@mail.ru)

Волосковые клетки – вторичночувствующие рецепторы внутреннего уха, контактируют с афферентными волокнами посредством аминокислотного синапса, пластичность которого обеспечивается взаимодействием ионотропных и метаботропных глутаматных рецепторов и модуляторов синаптической передачи. Оксид азота (NO) является газообразным мессенджером, синтезирующимся в вестибулярном эпителии в нормальных и патологических условиях при активации фермента синтазы азота. Задачей настоящего исследования явилось изучение влияния оксида азота на функцию метаботропных глутаматных рецепторов (МГР).

На изолированном вестибулярном аппарате лягушки при помощи регистрации импульсной активности нерва, контактирующего с задним полукружным каналом, исследовали влияние ингибитора NO-синтазы L-NAME и донора NO SNAP на амплитуду ответов агонистов МГР trans-ACPD и DHPG. Агонисты МГР в зависимости от концентрации увеличивали частоту активности нервных волокон заднего полукружного канала. L-NAME (100 мкМ) увеличивал амплитуду ответов агониста МГР trans-ACPD. Влияние NO на функцию МГР исследовали при кратковременной и длительной аппликации донора NO. Модулирующий эффект NO зависел от концентрации SNAP и времени его воздействия. Кратковременная аппликация SNAP (1 мкМ и 10 мкМ) уменьшала амплитуду ответов агонистов МГР trans-ACPD и DHPG. Длительное (9-минутное) воздействие SNAP (1-100 мкМ) не изменяло величину ответов агониста МГР trans-ACPD, но увеличивало амплитуду тестирующего ответа агониста через 15 и 30 минут после окончания аппликации SNAP.

Тот факт, что МГР полукружных каналов связаны с активацией инозитол трисфосфатных и рианодиновых рецепторов эндоплазматического ретикулума, позволяет предположить, что оксид азота может оказывать различное модулирующее влияние на МГР вестибулярного эпителия в норме и патологии и влиять на процесс высвобождения Ca<sup>++</sup> из внутриклеточного депо.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 14-04-00409*

### **METABOTROPIC GLUTAMATE RECEPTORS OF THE SEMICIRCULAR CANAL OF THE AMPHIBIANS: CROSS TALK WITH NITRIC OXIDE**

**Ryzhova I.V., Nozdrachev A.D., Tobias T.V., Orlov I.V.**

Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia, [irenerzhova@mail.ru](mailto:irenerzhova@mail.ru)

Hair cells – second-order receptors of the inner ear, contact with afferent fibers via amino acid synapse, the plasticity of which is provided by the interaction of ionotropic and metabotropic receptors and modulators of synaptic transmission. Gaseous second messenger nitric oxide (NO) is synthesized in the vestibular epithelia under normal and pathological conditions by activation of NO synthase (NOS). The aim of the present study was to investigate the effect of NO on metabotropic glutamate receptors (mGluRs) function.

An influence of NOS inhibitor L-NAME (1-100 μM) and NO donor SNAP (1-100 μM) on the level of background activity and on mGluRs evoked response was investigated by recording of multiple firing activity of posterior semicircular canal nerve fibers of the isolated frog vestibular apparatus.

The application of mGluRs agonists trans-ACPD and DHPG increased the rate of activity of posterior semicircular canal nerve fibers. L-NAME (100 μM) increased the amplitude of trans-ACPD induced responses but decreased the level of background activity. Effect of NO donor on mGluRs induced answers depended on concentration and time of SNAP application. Short-term application of SNAP (1 μM and 10 μM) reduced the amplitude of trans-ACPD and DHPG evoked answers. Long term (9-minute) exposure of SNAP (1-100 μM) did not alter the magnitude of mGluRs receptor's agonist trans-ACPD. On the same time SNAP (100 μM) increased the amplitude of the test response for trans-ACPD in 15 and 30 minutes after termination of the SNAP application.

In view of the fact that mGluRs are associated with the function of ryanodine and inozitoltrisphosphate receptors of the endoplasmic reticulum, it can be assumed that NO may modulate the function of mGluRs modifying the process of releasing calcium from intracellular stores.

*Supported by grant № 14-04-00409 of the Russian Foundation for Basic Research.*

**КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНДОФЕНОТИПОВ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОГО СТРЕССОВОГО РАССТРОЙСТВА У МЫШЕЙ С ТОЧЕЧНОЙ МУТАЦИЕЙ В ГЕНЕ ФОСФОДИЭСТЕРАЗА 4B (PDE4B-M220T)  
Рябова О.В., Павлов К.С., Липина Т.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирск, Россия; [olesja\\_rjabowa@mail.ru](mailto:olesja_rjabowa@mail.ru)

Посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) относится к наиболее часто встречающемуся тревожному расстройству, которое развивается, например, у пострадавших от природных катастроф, автокатастроф, или у участников военных действий. Основными симптомами ПТСР являются: непроизвольные рецидивирующие психопатологические воспоминания, избегание того, что напоминает травматические события, высокий уровень тревожности, нарушение сна, сложности формирования новой памяти. Анализ активности мозга больных ПТСР выявил повышенную реактивность амигдалы и недостаточную функциональность фронто-кортикальных структур мозга (важных для саморегуляции), а также сниженный объём гиппокампа и амигдалы (Rauch et al 2006). Следовательно, более полное понимание амигдаларно-кортикальных процессов регуляции памяти страха выявит новые мишени на уровне организации нейрональных взаимодействий для дальнейшей коррекции ПТСР.

Создание релевантной экспериментальной модели ПТСР является актуальной задачей на данный момент, поскольку долгое время неселективные стресс-вызванные изменения считались моделями ПТСР (Sigmund and Wotjak 2006). Нами была создана генетическая линия мышей с точечной мутацией в 7м экзоне гена PDE4B (PDE4B-M220T). Анализ памяти страха, а также нейрональной активности в амигдаларно-кортикальных районах PDE4B-M220T мышей, подвергшихся интенсивному шоку (10 CS-US с 1 минутным интервалом; CS (3.6 кГц, 75 дБ, 30 сек), US (2 сек, 0.5 мА)), выявил у них изменения, сходные с симптомами ПТСР. Так, была выявлена повышенная реакция вздрагивания, повышенная реакция замириания и повышенная раздражительность у самцов мутантных мышей PDE4B-M220T при напоминании о травме на 1й и на 30й день после травмирующего воздействия (10 CS-US) по сравнению с животными дикого типа. В головном мозге PDE4B-M220T мышей была зарегистрирована повышенная нейрональная активность в базолатеральной части амигдалы, и, напротив, пониженная активность пириформальной и медиально-префронтальной коры, выявленная иммуногистохимическим подходом (c-fos экспрессия спустя 60-90 минут после последнего напоминания о шоке). Таким образом, доклинические исследования с использованием данной генетической линии PDE4B-M220T помогут открыть новые нейробиологические и молекулярно-клеточные механизмы ПТСР и со временем привести к новым подходам диагностики и коррекции данного заболевания.

**THE COMPLEX APPROACH TO STUDY ENDOPHENOTYPES RELATED TO POSTTRAUMATIC STRESS DISORDER IN MICE WITH POINT MUTATION IN THE PHOSPHODIESTERASE 4B GENE (PDE4B-M220B)  
Ryabova O.V., Pavlov K.S., Lipina T.V.**

Federal State Budgetary Scientific Institution, Scientific Research Institute of Physiology and Basic Medicine, Novosibirsk, Russia; [olesja\\_rjabowa@mail.ru](mailto:olesja_rjabowa@mail.ru)

Post-traumatic stress disorder (PTSD) belongs to the most frequent anxiety disorder that develops, for example, in victims of natural disasters, car accidents, or participants of military operations. The main symptoms of PTSD are: involuntary aversive recurrent memories, avoidance of what resembles a traumatic event, a high level of anxiety, sleep disturbance and difficulties to form new memories. Analysis of patients with PTSD brain activity showed increased amygdala reactivity and deficient functionality of the fronto-cortical structures of the brain (important for self-regulation), as well as a reduced volume of the hippocampus and the amygdala (Rauch et al., 2006). Thus, a more complete understanding of amygdala-cortical regulation of fear memory processes will identify new targets at the level of neural network that would ultimately offer a new approach to correct PTSD.

Generation of relevant animal model of PTSD is an urgent task at the moment, since for a long time non-selective stress-induced alterations were considered as experimental models of PTSD (Sigmund and Wotjak 2006). We've created a novel genetic mouse line carrying a point mutation in exon 7 of PDE4B gene (PDE4B-M220T). Analysis of fear memory and neuronal activity in the amygdala-cortical regions of PDE4B-M220T mutant mice subjected to intense shock [10 CS-US with 1 minute interval] (CS (3.6 kHz, 75 dB, 30s), US (2s, 0.5 mA)) found changes, which resemble symptoms of PTSD in humans. So, the increased startle response, increased freezing and irritability have been detected in male mutant mice PDE4B-M220T given a reminder of the trauma (CS, tone) on the 1st and 30th day after the traumatic effects (10 CS-US) compared to wild-type animals. The increased neuronal activity was detected in the basolateral amygdala, however, the decreased activity was identified in the piriformal and medial prefrontal cortexes as detected by immunohistochemistry (c-fos expression 60-90 min after the last exposure to the fear reminder – CS) in experimental animals. Altogether, our pre-clinical studies using this PDE4B-M220T genetic line will help to open up new neurobiological and molecular-cellular mechanisms of PTSD, and eventually lead to new approaches to diagnosis and correction of the disease.

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ**

**Рябчикова Н.А.<sup>1</sup>, Базян Б.Х.2, Бец Л.В.<sup>1</sup>, Дамянович Е.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, <sup>2</sup>Лаборатория нейрокибернетики НЦН РАМН, (Москва, Россия), [nat@quesstest.ru](mailto:nat@quesstest.ru)

Поведение человека в ситуациях с различной вероятностной структурой обеспечивается способностью мозга к прогнозируемому моделированию будущего, в результате чего осуществляется целенаправленное преобразование окружающей среды. Эта способность обеспечивает как адекватность, так и оптимальность целесообразного поведения путем функциональной преднастройкой, т.е.

«предсознательной» готовности к реагированию на предъявляемые стимулы, изменяющей уровень корковой активности. Нейрофизиологические данные свидетельствуют о влиянии преднастройки на процессы восприятия вероятностных событий, что не согласуется с представлениями о поэтапной обработке информации, начинающейся лишь после воздействия на входные рецепторы. Парадигма экспериментов изучения специфики вероятностного прогнозирования включает предсказание появления очередного сигнала, закономерно чередующегося с другими сигналами в последовательности. Нами была разработана функциональная модель особенностей вероятностного прогнозирования в проблемной ситуации, включающая изучение психологических процессов восприятия, внимания, памяти, мышления и соответствующие нейрофизиологические характеристики. Компьютерный вариант оригинальной методики «Прогнозис 2.5» обеспечивает автоматическое проведение эксперимента, обработку данных и определение типа прогностической деятельности. Далее программа автоматически выдает заключение об психологическом статусе человека и рекомендации по дальнейшему дополнению и уточнению исследований с целью постановки правильного диагноза. «Прогнозис 2.5» был подробно описан в литературе и доложен на ряде Российских и международных симпозиумах и была успешно использована в различных областях науки и практики. Анализ возможных стратегий прогнозирования порядка чередования событий в последовательностях представляет особый научно-практический интерес для построения алгоритмов рационального поведения, что может быть использовано при разработке искусственного интеллекта, сопоставлении уровня местного кровотока в коре больших полушарий при осуществлении прогностической деятельности, уровня углеродного метаболизма в ограниченных корковых участках, а также при определении профориентации и профотборе при работников умственного труда. Настоящее исследование выполнено в содружестве с Лабораторией нейрокибернетики НЦН РАМН, Лабораторией сравнительной физиологии кровообращения Института эволюционной физиологии и биохимии РАН, поддержано международными организациями Bodiflo (Австралия) и ITAG (США).

### FUNCTIONAL SIMULATION OF PROBABILISTIC PROGNOSIS IN PROBLEM SITUATIONS

Ryabchikova N.A.<sup>1</sup>, Baziyan B.H.<sup>2</sup>, Betz L.V.<sup>1</sup>, Damjanovic E.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, <sup>2</sup>Laboratory Neurocybernetics NTSN RAMS, Moscow, Russia  
[nat@quesstest.ru](mailto:nat@quesstest.ru)

Human behavior in situations with different probabilistic structure is provided of the brain ability to predict the future, resulting the purposeful conversion environment is carried out. This capability provides both adequate and optimality of appropriate behavior by presetting function, ie "preconscious" readiness to respond to requirements stimulus to change of the cortical activity level. Neurophysiological data evidences about the impact of the readiness on processes of perception of the probability events that is not consistent with the concept of a phased process information begins only after exposure to the input receptors. The paradigm of experiments studying the specifics of probabilistic prognosis includes a prediction of the appearance of the next signal, regularly alternating with other signals in the sequence. . We have developed a functional model of probabilistic prognosis features in a problem situation, including the study of the psychological processes of perception, attention, memory, thinking and related neurophysiological characteristics. While using a computer version of an original method "Prognosis 2.5", providing an automatic carrying out an experiment, data processing and determination of the type of prognosis operations. On the basis of this conclusion, the program automatically takes shape the level of intellectual abilities and recommendations for the further refinement of psychological status with a view to the correct diagnosis. The "Prognosis 2.5" has been described in detail in the literature and reported in a number of Russian and international symposia. Analysis of possible strategies to predict the order of alternation of events in a series special scientific and practical interest for the construction of algorithms for rational behavior, which can be used in the development of artificial intelligence, comparing the level of local blood flow in the cerebral cortex in the implementation of prognosis activities, the level of carbon metabolism in limited cortical areas as well as the determination of career guidance and professional selection is. The present study was carried out in collaboration with the Laboratory Neurocybernetics NTSN RAMS, Laboratory of Comparative Physiology of circulatory Institute for Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, supported by international organizations Bodiflo (Australia) and ITAG (USA).

### ПАРАМЕТРЫ ТРЕВОЖНОСТИ И ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ У КРЫС С ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КАТАТОНИЕЙ (ГК).

Рязанова М.А., Алёхина Т.А., Прокудина О.И., Кожемякина Р.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия; [ocean-2006@yandex.ru](mailto:ocean-2006@yandex.ru)

Работа выполнена на крысах линии ГК (от слов «генетическая» и «кататония»), предрасположенных к реакциям каталептического застывания, которое наступает под влиянием испуга. Такой вид каталептической реакции характерен для больных шизофренией, что дало основание автору данной линии В.Г. Колпакову предположительно считать, что линия ГК воспроизводит, по крайней мере, некоторые психопатологические симптомы этого заболевания (Колпаков, 1987). Известно, что адренорецепторы головного мозга играют важную роль в механизмах двигательной активности и поведения (Ramos et al., 2007; Marrs et al., 2005; Doze et al., 2009). Поэтому необходимо исследование транскрипционной активности генов  $\alpha 1A$ -  $\alpha 2A$ -, бета 2-адренорецепторов у взрослых крыс линии ГК в связи с их поведенческими и двигательными особенностями.

Крысы линии ГК имеют увеличенное время застывания в тесте на каталепсию ( $p < 0,001$ ) в то же время обладают повышенной «нервностью» ( $p < 0,001$ ). Кроме того, в тесте «на перчатку» они показывают негативную реакцию -1,5 балла. Это проявлялось в пассивно-оборонительном поведении: крысы сидели около задней стенки, при приближении руки отворачивались, забивались в угол, в некоторой степени

сопротивлялись взятию в руки, вокализировали, пытались вырваться из рук, иногда пытались укусить.

Методом ПЦР в реальном времени обнаружено снижение экспрессии гена  $\alpha 1A$ -адренорецептора в среднем ( $p < 0,05$ ) и продолговатом мозге ( $p < 0,01$ ), а также повышение экспрессии генов  $\alpha 2A$ - и бета2-адренорецепторов в лобной коре ( $p < 0,01$ ) и повышение экспрессии бета2-адренорецептора в гипоталамусе ( $p < 0,05$ ) у взрослых крыс ГК. Исследование органов выявило только снижение экспрессии гена  $\alpha 1A$ -адренорецептора в лёгких ( $p < 0,05$ ). Предполагается, что измененная экспрессия генов  $\alpha 1A$ - и  $\alpha 2A$ - и бета2-адренорецепторов в мозге крыс линии ГК может способствовать снижению выделения норадреналина в синаптическую щель и способствует развитию тормозных реакций и снижению двигательной активности.

*Работа поддержана грантом РФФИ 14-04-00422а и Бюджетным проектом № 0324-2015-0004.*

## ANXIETY PARAMETERS AND EXPRESSION OF ADRENERGIC RECEPTOR GENES IN RATS WITH GENETIC CATATONIA (GC)

**Ryazanova M.A., Alekhina T.A., Prokudina O.I., Kozhemyakina R.V.**

The Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia;  
[ocean-2006@yandex.ru](mailto:ocean-2006@yandex.ru)

The work was performed on GC rat strain (from words «genetically» and «catalepsy»), predisposed to catalepsy which manifests itself under the influence of fright. This kind of reactions is typical for patients with schizophrenia, that was the basis for the author of this line of V.G. Kolpakov supposed to believe that the line GC has at least some psychiatric symptoms of the disease (Kolpakov, 1987). It is known that the adrenergic receptors of the brain play an important role in the mechanisms of locomotor activity and behavior (Ramos et al., 2007; Marrs et al., 2005; Doze et al., 2009). We investigated the transcriptional activity of  $\alpha 1A$ -,  $\alpha 2A$ - and beta2-adrenoceptors genes in rats of GC strain due to their behavioral characteristics.

GC rats have increased time of freezing ( $p < 0,001$ ) and nervousness ( $p < 0,001$ ) in the test on catalepsy. In addition, in the glove test they show a negative reaction to -1.5 points. This manifested in a passive-defensive behavior: rat sitting near the rear wall, at the approach of the hand turned away, hammered into a corner, voiced, tried to escape from the hands and sometimes tried to bite.

Using real-time PCR, we showed decreased expression of  $\alpha 1A$ -adrenoceptor gene in the midbrain ( $p < 0,05$ ) and medulla oblongata ( $p < 0,01$ ), as well as an increase in gene expression  $\alpha 2A$ - and beta2- adrenergic receptors in the frontal cortex ( $p < 0,01$ ) and increased expression of beta 2-adrenergic receptor in the hypothalamus ( $p < 0,05$ ) of GK rats. The study of adrenoceptors expression in organ tissues revealed only decrease gene expression of  $\alpha 1A$ -adrenergic receptor in the lungs ( $p < 0,05$ ). It is assumed that changes in gene expression  $\alpha 1A$ -,  $\alpha 2A$ - and beta2-adrenergic receptors in the brains of GC rats reduces the release of norepinephrine in the synaptic cleft and contribute to the development of inhibitory reactions and reduced motor activity.

*Supported by RFBR grant 14-04-00422a and the Basic Budget project No 0324-2015-0004.*

## ВЛИЯНИЕ БЕЛКА ПРЕДШЕСТВЕННИКА АМИЛОИДА ЧЕЛОВЕКА НА СТРУКТУРУ МОТОРНОГО НЕРВНОГО ОКОНЧАНИЯ ЛИЧИНКИ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

**Сабурова Е.А.<sup>1</sup>, Васильев А.Н.<sup>1</sup>, Большакова О.И.<sup>2</sup>, Саранцева С.В.<sup>2</sup>, Кривой И.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, [ekaterina.guseva87@mail.ru](mailto:ekaterina.guseva87@mail.ru);

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова» НИЦ «Курчатовский институт», Гатчина, Россия

Белок предшественник амилоида (APP, Amyloid Precursor Protein) – крупный трансмембранный белок, экспрессируемый в большинстве животных клеток. В настоящее время активно исследуются функции производного APP – амилоидного пептида бета (Ab), участвующего в патогенезе болезни Альцгеймера. Физиологическая роль самого APP остается малоизученной. В опытах на *Drosophila melanogaster* с экспрессией гена APP человека наблюдали нейродегенерацию, нарушение процессов обучения и памяти, изменение локомоторного поведения, а также многочисленные морфофункциональные изменения в нервно-мышечных соединениях (Sarantseva et al., 2009; Sarantseva et al., 2012; Mhatre et al., 2014). В данной работе исследовали нервно-мышечные соединения трансгенных линий *Drosophila melanogaster* с разным уровнем белка APP. Для экспрессии генов человека в моторных нейронах личинки *Drosophila* использовали систему UAS-GAL4. Линию Gal4-D42 использовали в качестве контроля; во второй линии с одновременной экспрессией генов APP и *b-секретазы* человека происходило образование APP и Ab; была использована также линия с прямой экспрессией последовательности Ab. В работе использовали иммуноцитохимические методы и конфокальную микроскопию (Leica DMI6000). Для визуализации нервных окончаний использовали антитела к пероксидазе хрена, содержащие флуоресцентную метку Alexa Fluor 488. Анализ данных проводили с помощью программы Leica Application Suite X. Анализировали нервные окончания, иннервирующие 4 мышечное волокно. Оценивали общую длину нервного окончания, количество ветвлений, а также количество пресинаптических бутонов. В контроле эти параметры в среднем составили соответственно  $157 \pm 5$  мкм,  $5,0 \pm 0,3$  и  $29,0 \pm 1,5$ . В линии с одновременным образованием APP и Ab эти параметры были достоверно выше, чем в контроле ( $p < 0,01$ ), в 2,6, 3,2 и 3,3 раза, соответственно. Наблюдалась тесная корреляция ( $r = 0,921$ ,  $p < 0,01$ ) между количеством бутонов и общей длиной нервного окончания. Линия Ab по всем анализируемым параметрам существенно не отличалась от контроля. Из этого следует, что наблюдаемые изменения структуры нервных окончаний в линии с одновременной экспрессией генов APP и *b-секретазы* не связаны с образованием Ab и специфичны для APP.

*Работа поддержана грантами Санкт-Петербургского государственного университета #1.50.1621.2013 и #1.38.231.2014.*

## EFFECT OF HUMAN AMYLOID PRECURSOR PROTEIN ON THE STRUCTURE OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* LARVAE MOTOR NERVE ENDING

E.A. Saburova<sup>1</sup>, A.N. Vasiliev<sup>1</sup>, O.I. Bolshakova<sup>2</sup>, S.V. Sarantseva<sup>2</sup>, I.I. Kriyoi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia, ekaterina.guseva87@mail.ru; <sup>2</sup>B.P. Konstantinov Petersburg Nuclear Physics Institute, National Research Centre "Kurchatov Institute", Gatchina, Russia

Amyloid precursor protein (APP) is a significant size transmembrane protein that is being expressed in major of animal cells. Presently major research efforts are directed to understand functional role of APP derivative, beta-amyloid (Ab), which takes part in pathogenesis of Alzheimer's disease. Physiological role of APP itself remains poorly understood. Experiments with expression of human APP gene in *Drosophila melanogaster* demonstrated neurodegenerative changes, altered cognition and memory processes, changes in locomotion behavior as well as multiple morphofunctional changes in neuromuscular junction (Sarantseva et al., 2009; Sarantseva et al., 2012; Mhatre et al., 2014). The focus of the present research was to study neuromuscular junctions of transgenic *Drosophila melanogaster* lines with different level (content) of APP. To express human genes in motor neurons of *Drosophila* UAS-GAL4 system was used. Line Gal4-D42 was used as control; second group was line with simultaneous joint expression of both human APP and beta-secretase genes producing APP and Ab; and third experimental group was line with direct expression of Ab only. In this research immunocytochemistry and confocal microscopy (Leica DMI6000) techniques were used. For visualization of nerve terminals the antibody to horseradish peroxidase containing Alexa Fluor 488 was applied. Data analysis was performed using Leica Application Suite X software. Motor nerve endings of muscle fiber 4 were investigated for number of parameters: total length of the motor nerve ending; number of nerve branches and quantity of presynaptic boutons. In control line these parameters were as follows: 157±5 um, 5.0±0.3 and 29.0±1.5 accordingly. Line with joint expression of APP and Ab these parameters were respectively 2.6, 3.2 and 3.3 times higher compared to control (p<0.01). It was also noted tight correlation (r=0.921, p<0.01) between number of boutons and overall length of the motor nerve ending. Parameters of line expressed Ab only did not reveal any significant difference compared to control. Our data show evidence that structural changes of nerve endings of the line with joint expression of APP and beta-secretase genes doesn't depend on Ab formation and specific only in regards to APP.

Supported by St. Petersburg State University grants #1.50.1621.2013 and #1.38.231.2014.

## ЦИФРОВОЙ ЛАТЕРАЛИЗАЦИОННЫЙ НЕЙРОИНТЕРФЕЙС

Савельев А.В.

Редакция журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение», издательство «Радиотехника», патентное агентство «©Уникально честное патентование», [www.patenttt.narod.ru](http://www.patenttt.narod.ru), МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия; [gmkrsto@yandex.ru](mailto:gmkrsto@yandex.ru)

Цель исследования — наметить пути возможного более полного решения проблемы нейроинтерфейса. Практически вся база современных исследований интерфейса «мозг — компьютер» или «нейрокомпьютерный интерфейс» в значительно более широком диапазоне, относительно современного обращения к этому, фактически, была открыта И.М. Сеченовым [1] (удостоен в 1863 Демидовской премии Петербургской АН за изучение «животного электричества»; опубликовал в 1882 работу «Гальванические явления на продолговатом мозгу лягушки»), И.П. Павловым, В.Я. Данилевским (1875), Н.Е. Введенским и В.М. Бехтеревым, исследовавшим соответствующие нервные пути, в конце позапрошлого века. Первая в мире энцефалограмма была снята в течение длительного времени и записана проф. В.В. Правдич-Неминским, опубликована им в 1913 г. («основоположником» приказано считать, как всегда, немецкого психиатра Ганса Бергера, полностью повторившего опыт Правдич-Неминского только в 1929 г.) От современной её отличало только название — «электроэнцефалограмма», видимо поэтому на Западе считается, что первым её открыл Г. Бергер в 1929 г., который и предложил отстроиться от названия В.В. Правдич-Неминского и назвать её ЭЭГ. Известно также историческое авторское решение проблемы нейроинтерфейса, причём, на уровне детского конструктора, многократно выставлявшегося с 1973 по 1977 гг. на выставках во Дворцах пионеров, который каждый может воспроизвести у себя дома на кухне. Успех решения заключался в совершенно противоположном общепринятым подходам — максимальном загромождении измерений вплоть до получения бинарного управляющего сигнала по текущей латерализации полушарий мозга, регистрируемой ЭЭГ в простейшем трёхточечном отведении. В описанном нейроинтерфейсе реализован принципиально другой метод разработки, а именно, не стремление повысить точность тонкого распознавания ЭЭГ, направляемую обычно весьма безуспешно на расшифровку мозгового кода, а наоборот — на выделение максимально общего интегративного параметра, отображающего фундаментальные различия в основных функциональных состояниях мозга — динамика латерализации. В работе показано, что возможно использование этого бинарного сигнала как управляющего цифрового кода, например, последовательного типа, передаваемого по одному каналу, с дальнейшим преобразованием его в обычный параллельный двоичный код [2] с числом управляющих команд, соответствующим числу разрядов преобразованного параллельного кода. Разрядность кода ограничивается только быстротой реакции оператора. При 4-разрядном коде можно передать 16 дискретных команд, а 11-битовым кодом — уже 2048 команд или градаций аналогового сигнала при пропорциональном управлении. Для радиопередачи можно использовать частотно-импульсное кодирование или импульсно-кодую модуляцию, достаточно широко используемые в цифровой радиосвязи. Декодирование на приёмной стороне осуществляется обычными путями, например, с помощью синхронного мультиплексора и не представляет трудности. В отличие от известных попыток, предложенный нейроинтерфейс практически не зависит от индивидуальных особенностей человека-оператора, поэтому не требует настройки и калибровки, что существенно упрощает как конструкцию, так и процессы управления; также обладает высокой помехозащищённостью, потому что использует не повышение разрешающей способности анализа ЭЭГ, а наоборот, сведение всего многообразия сигнала, близкого к шумовому — к простейшему многократно генерируемому бинарному сигналу.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда в рамках исследований по проекту «Постнеклассическая парадигма искусственного интеллекта», грант РГНФ № 15-03-00519а.*

1. Сеченов И.М. О животном электричестве. – СПб.: Изд-во военно-мед. департамента, 1862. – XVI. – 202 с.
2. Новосёлова-Савельева Н.А., Савельев А.В. Цифровой нейроинтерфейс / Выпуск под ред. Е.В. Лосевой, А.В. Савельева // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2015. – №11. – С. 15-27. – <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr7&itm=2015-11>

## DIGITAL LATERIZATION NEUROINTERFACE

**Alexander Savelyev**

Editorial office of the Journal «Neurocomputers: development, application», «Radio Engineering» Publisher, Patent agency «©Uniquely honest patenting», [patenttt.narod.ru](http://patenttt.narod.ru), Moscow, Russia; [gmkrsto@yandex.ru](mailto:gmkrsto@yandex.ru)

The purpose of the research – to identify possible ways of solutions neurointerface problems to better. Virtually all modern research of "brain-computer interface" in a much wider range of relatively modern appeal was open I.M. Sechenov, in fact. The world's first electroencephalogram (EEG) has been discovered for a long time and written by prof. V.V. Pravdich-Neminskiy, was published in 1913. In the described neurointerface implemented a fundamentally different method, namely, the desire not to raise the accuracy of thin EEG recognition, which guided usually quite unsuccessfully to decipher the code of brain. As an illustration we shows one of the many historical the problem neurointerface solving at the level of children's designer, unknown to this day. It was exposed from 1973 to 1977 on exhibition in the Pioneers Palaces repeatedly, and everyone can its make at home in the kitchen. It is focused on the allocation of a maximum total of the integrative parameter displayed fundamental differences in the basic functional states of the brain – dynamics of lateralization. The paper shows that it is possible to use this signal as a binary digital control code, for example, a serial type, transmitted on a single channel, with its further transformation into a regular parallel binary code.

*This work was financially supported by RHSF in grant № 15-03-00519a «Post-non-classic paradigm of artificial intellect».*

## НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСПОЗНАВАНИИ МУЗЫКАЛЬНОГО ЗАИМСТВОВАНИЯ Савельев А.В.

Редакция журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение», издательство «Радиотехника», патентное агентство «©Уникально честное патентование», [patenttt.narod.ru](http://patenttt.narod.ru), МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия; [gmkrsto@yandex.ru](mailto:gmkrsto@yandex.ru)

В последнее время заимствование музыкальных произведений значительно расширилось. Более 100 лет назад до глобализации товарно-денежных отношений авторство не играло особой роли. Это можно наблюдать на многочисленных достаточно распространённых примерах музыкального цитирования, например, известной английской мелодии XVI века «Зелёные рукава» («Greensleeves»), являющейся одной из самых цитируемых (от Дж. Колтрейна и Элвиса Пресли до Новеллы Матвеевой и «хэви металл» «Театра теней» и «The Pops», только текстов на которую насчитывается около 1800). Однако, цитирование является лишь «лёгкой формой» музыкального заимствования, наряду с которым часто наблюдается прямое нарушение авторского права. В качестве иллюстраций приводится ряд таких параллелей, в частности И.Е. Корнелюк «Бандитский Петербург» – «Le Vent, Le Cri» Э. Морриконе, написанной на 20 лет раньше; трек Корнелюка из к/ф «Мастер и Маргарита» В.В. Бортко и трек из к/ф «Господин оформитель» С.А. Курёхина, также написанный на 25 лет раньше; «Циферблат» И.О. Дунаевского из к/ф «Весёлые ребята» и немецкий военный марш «Deutsche Soldaten und die Offiziere»; произведения А.П. Петрова и произведения Э.Н. Артемьева и многие др. В работе приведены результаты исследования мозговых механизмов дешифрования сигналов на примере фазового анализа спайковых потоков в синтетических нервных пучках методами нейромоделирования. Предложенный нами способ является нейрокомпьютерным, хотя и не относится к обычно подразумеваемым под «нейрокомпьютерными» примитивным нейросетевым алгоритмам, которые по сути являются лишь аппроксиматорами в базисе пороговых функций. Это определяется тем, что способ воспроизводит и использует глубинные фундаментальные принципы обработки информации в центральной нервной системе. Сделаны выводы о высокой помехоустойчивости ввиду использования шума в качестве полезного сигнала аналогично биологическому прототипу. Приведены примеры определения и сравнения фазовых характеристик музыкальных сигналов с влиянием на фазовое декодирование различных исполнителей одного музыкального произведения и различных музыкальных произведений, исполняемых одним исполнителем. Показана высокая точность распознавания. Разработанный нами ещё в процессе преддипломной практики и составляющий суть дипломного проекта бионического фазового декодирования с успехом применяется также в других областях [1] — георазведке, поиске подземных пластиковых трубопроводов и дистанционном определении направления течения в них жидких и газовых сред, поиске пластиковых мин [2], поиске засыпанных биообъектов и их останков, в медицинской диагностике, определении электромагнитной «загрязнённости» помещений и местности и т.д. Приведённые алгоритмы фазового анализа запатентованы в 18 патентах РФ и 1 патенте США в виде способов и устройств и их модификаций. Разработка и применение объективных критериев и параметров семантического сходства музыкальных произведений, не зависящих или мало зависящих от исполнителя, могло бы значительно облегчить и упростить спорные вопросы авторского права в области музыки, а также обеспечить более качественную защиту произведений от несанкционированного использования.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда в рамках исследований по проекту «Постнеклассическая парадигма искусственного интеллекта», грант РГНФ № 15-03-00519а.*



Кравченко Ю.П., Савельев А.В. Ответ на статью Игоря Волкова «ИГА-1: мифы и реальность» // ЖФНН. – 2013. – № 3(1). – С. 115-118. – ISSN: 2309-1142. – <http://www.unconv-science.org/pdf/3/kravchenko-ru.pdf>  
1. Патент РФ №2206907. Устройство для поиска и идентификации пластиковых мин / Кравченко Ю.П., Савельев А.В. – приор. 05.04.2002. – опуб. 20. 06. 2003.

## NEUROCOMPUTING IN THE BORROWING MUSIC RECOGNITION

**Alexander Savelyev**

Editorial office of the Journal «Neurocomputers: development, application», «Radio Engineering» Publisher, Patent agency «©Uniquely honest patenting», [patenttt.narod.ru](http://patenttt.narod.ru), Moscow, Russia; [gmkristo@yandex.ru](mailto:gmkristo@yandex.ru)

The results of the study of brain signaling encryption mechanisms on an example of the phase analysis of spike flows syncytial nerve bundles by neural network modeling methods were shown. Our proposed method is neurocomputing, although it does not apply to generally mean by «neurocomputing» primitive neural network algorithms, which are essentially just an approximation in the basis of threshold functions. It is determined that the method reproduces and uses the fundamental principles underlying the information processing in the central nervous system. Conclusions about high noise immunity in mind to use noise as a useful signal is similar to the biological prototype. Examples of determining and comparing the phase characteristics of the audio signals to the influence of the phase decoding of various performers of musical works and various musical pieces performed by one performer. The high recognition accuracy. We have developed more in the process of pre-diploma practice is the essence of the degree project method bionic phase decoding success is also used in other areas – geological exploration, search for underground plastic pipelines and remote determination of the flow direction in which the liquid and gaseous media, searching for plastic mines, searching for fallen asleep biological objects and their remains, in medical diagnostics, the determination of the electromagnetic "pollution" of premises and areas, etc. The given algorithms of phase analysis were patented in 18 Russian patents and 1 US patent in the form of methods and devices and their modifications. Development and application of the objective criteria and parameters of the semantic similarity of musical works, independent or small depending on the artist, could greatly facilitate and simplify the contentious issues of copyright in the field of music, and also to provide better protection against unauthorized use of works. *This work was financially supported by RHSF in grant № 15-03-00519a «Post-non-classic paradigm of artificial intellect».*

## ОТ НЕЙРОФИЛОСОФИИ К НЕЙРОМЕТОДОЛОГИИ: КОД ПОЛОЖЕНИЯ НЕЙРОНА — МАТЕРИАЛЬНЫЙ СУБСТРАТ КОДОВ СОЗНАНИЯ?

**Савельев А. В.**

Редакция журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение», издательство «Радиотехника», патентное агентство «©Уникально честное патентование», [patenttt.narod.ru](http://patenttt.narod.ru), МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия; [gmkristo@yandex.ru](mailto:gmkristo@yandex.ru)

Проводится обобщение наших работ в области нейромоделирования функциональной морфодинамики дендритов нейронов с реальной конфигурацией. Показано, что реальный биологический нейрон, в отличие от существующих формальных моделей, представляет собой чрезвычайно пластичную структуру. Диапазон его реактивных перестроек [1] очень велик, в том числе, в морфологическом отношении. На основе математического моделирования [2] с учётом геометрических особенностей реальных дендритов, полученных по электронным микрофотографиям, нами было предложено возможное решение проблемы дистальных синапсов, заключающееся в более высокой пластичности дистальных концов дендритной мембраны и функциональным саморегулированием её состояния общим соматическим деполяризационным и гиперполяризационным потенциалом. Нейрон осуществляет тонкую подстройку характера синаптических ответов в зависимости от развития собственного электрического состояния, осуществляя общее регулирование саморегулируемыми дистальными синапсами. Характер такого регулирования определяется также конкретным положением синапса на дистальном конце дендрита, то есть расстоянием до триггерной зоны аксонного холмика, а также степенью текущей активации и накопленной гипер- или деполяризации. Можно предположить, что такая самоорганизационная подстройка эффективности функционирования всех дистальных синапсов осуществляется по критерию оптимальности их действия для текущих потребностей нейрона в целом [3]. Соответствующее регулирование дистальных синапсов соотносится с плотностью их распределения по дендриту, изменением диаметра дендрита вдоль его длины и его геометрической конфигурацией, а также с изменением её в результате пластичности нейрона при его функционировании. Сделаны выводы, что жизнедеятельность нейрона не определяется только его электрической активностью. Причём, большим вопросом является первичность его электрической активности или морфофункциональных перестроек, особенно, открытых нами высокочастотных [2, 3]. Представлена возможность взгляда на то, что усиленно разыскиваемым т.н. «кодом сознания» может быть не топограмма электрической мультиспайковой активности, не «волновой узор» (по А.Н. Лебедеву), не статический «когнитом», т.е. фактуальность связей между нейронами, а динамика механически связанной системы нейронов в виде постоянных изменений их положений дендритов, своего рода, «динамический коннектор». Вполне возможно, что именно таким образом он может быть сопоставлен с высшими когнитивно-поведенческими функциями, в том числе, по прямому подобию его механической нейродинамики и семантики поведенческой динамики, и является тем самым «отсутствующим» звеном, которое позволило бы приблизить к жизни бесспорно прогрессивные модели «когнитомов» [4].

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда в рамках исследований по проекту «Постнеклассическая парадигма искусственного интеллекта», грант РГНФ № 15-03-00519а.*

1. Сотников О. С., Лабас Ю. А., Летунов В. Н. Реактивная подвижность дендритов и концевых структур у выделенных нейронов морских беспозвоночных // Цитология. – 1983. – Т. 25. – С. 420-425.



2. Савельев А. В. Нейрокомпьютеры в изобретениях // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2004. – № 2-3. – С. 33-49.
3. Колушов В.В., Савельев А.В. К функциональной морфодинамике дендритов нейронов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2016. – № 2. – С. 33-38. – ISSN1999-8554. – <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr7&art=17450>
4. Анохин К.В. Когнитом: сетевое расширение теории функциональных систем // Современные проблемы системной регуляции физиологических функций. Материалы Конференции. – М.: ФГБНУ" НИИИФ им. ПК Анохина. – 2015. – С. 3-5. – <http://znanium.com/bookread2.php?book=529073>

### THE CODES MATERIAL SUBSTRATUM OF CONSCIOUSNESS IS THE CODE OF NEURON LOCALIZATION

Alexander Savelyev

Editorial office of the Journal «Neurocomputers: development, application», «Radio Engineering» Publisher, Patent agency «©Uniquely honest patenting», [patenttt.narod.ru](http://patenttt.narod.ru), Moscow, Russia; [gmkristo@yandex.ru](mailto:gmkristo@yandex.ru)

The generalization of our work in the field of functional neural network modeling morphodynamics dendrites of neurons with the actual configuration are shown. On the basis of mathematical modeling [2], taking into account the geometric characteristics of real dendrites obtained by electron micrographs, we proposed the possible solution to the problem of distal synapses. This solution consists in a high plasticity of dendritic membrane distal ends and functional self-regulation of its state general somatic depolarization and hyperpolarization potential. The conclusions that the vital functions of a neuron isn't determined by its electrical activity only. Moreover, the large question is the primacy of its electrical activity and morphological or functional aberrations, especially, high frequency which were discovered by us [2, 3]. Shown that strongly searched by the so-called «Code of consciousness» can not be topogram multi-spike electrical activity, can not be the «wave pattern» (by A.N. Lebedev), can not be the static «connecthome, ie. factual connections between neurons, and may be the dynamics of mechanical systems related between neurons in the form of permanent changes in their regulations of dendrites, a kind of «dynamic connection». It is possible that in this way it can be associated with higher cognitive and behavioral functions, including direct likeness of its mechanical neurodynamics and semantics of behavioral dynamics. And thus it may be the «missing» link, which would help to bring to life undeniably progressive «cognithome» model [4]. *This work was financially supported by RHSF in grant № 15-03-00519a «Post-non-classic paradigm of artificial intellect».*

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОЗГОВОЙ АКТИВНОСТИ ПРАВШЕЙ И ЛЕВШЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МОТОРНОЙ ЗАДАЧИ ВЕДУЩЕЙ И НЕВЕДУЩЕЙ РУКОЙ

Савинкина А.О.<sup>1,4</sup>, Фомина Е.В.<sup>1,3</sup>, Боброва Е.В.<sup>2</sup>, Кованова С.С.<sup>1</sup>, Ляховецкий В.А.<sup>2</sup>, Богачева И.Н.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Институт медико-биологических наук РАН, Москва, Россия, <sup>2</sup> Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, <sup>3</sup> Московский педагогический государственный университет, Москва, Россия, <sup>4</sup> Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, Россия, [a.o.savinkina@gmail.com](mailto:a.o.savinkina@gmail.com)

Навыки запоминания и воспроизведения последовательности движения рук лежат в основе широкого спектра жизненных и профессиональных задач. Знание особенностей мозговой активности правой и левой при выполнении моторной задачи позволит углубить знания о механизмах работы мозга и о функциональной межполушарной асимметрии. В исследовании анализировалась мощность ритмов и эффективность выполнения моторной задачи ведущей и неведущей рукой правшами и левшами.

Исследование проведено на 20 испытуемых (10 правой и 10 левой), выполнявших задачу, состоящей из 7 касаний экрана сенсорного монитора. Задание выполнялось с закрытыми глазами сначала одной рукой, в половине случаев ведущей, в половине – неведущей, а потом второй. Предварительно испытуемые заучивали 3 коротких последовательности из 4-х касаний (чанки), которые в дальнейшем встречались в начале длинных последовательностей. На протяжении эксперимента велась запись электроэнцефалограммы (ЭЭГ) по 64 отведениям. Анализировалась точность воспроизведения последовательностей и амплитуда альфа-1 (8-10 Гц), альфа-2 (11-13 Гц) и бета-1 (14-19 Гц) ритмов в зависимости от факторов: ведущая рука, выполняющая рука, начинающая рука, действие (запоминание/воспроизведение), условие (последовательность с чанком/без чанка).

Показано, что наличие раннее заученных чанков повышает эффективность воспроизведения не только чанков, но и оставшейся части последовательности, причем в большей степени при работе начинающей неведущей рукой, в меньшей – при работе начинающей ведущей рукой. Закономерность более выражена у правой, чем у левой. Анализ ЭЭГ выявил, что и при запоминании, и при воспроизведении мощность альфа-1, альфа-2 и бета-1 ритмов была ниже у правой, чем у левой, а также в группе начинающих с правой руки по сравнению с левой. При воспроизведении у правой мощность ритмов альфа-1 и альфа-2 подавлялась (по сравнению с фоном) сильнее, чем у левой, и в более широком диапазоне отведений. В диапазоне альфа-1 ритма у правой и левой подавление было более выражено в правом полушарии, а в диапазоне бета-1 – в левом. В диапазоне альфа-2 направленность асимметрии отличалась у правой и левой в зависимости от наличия чанка в последовательности.

### COMPARATIVE ANALYSIS OF RIGHT-HANDERS AND LEFT-HANDERS BRAIN ACTIVITY DURING PERFORMING MOTOR TASKS USING THE LEADING AND NON-LEADING HAND

Savinkina A.O.<sup>1,4</sup>, Fomina E.V.<sup>1,3</sup>, Bobrova E.V.<sup>2</sup>, Kovanova S.S.<sup>1</sup>, Lyakhovetsky V.A.<sup>2</sup>, Bogacheva I.N.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Institute of Biomedical Problems RAS, Moscow, Russia, <sup>2</sup> Pavlov Institute of Physiology RAS, St. Petersburg, Russia, <sup>3</sup> Moscow State Pedagogical University, Moscow, Russia, <sup>4</sup> Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism, Moscow, Russia, [a.o.savinkina@gmail.com](mailto:a.o.savinkina@gmail.com)

The skills of memorizing and reproducing sequences of hand movements underlie a wide spectrum of life and professional tasks. Knowledge of brain activity characteristics of right-handers and left-handers during performing motor tasks will help to deepen knowledge about mechanisms of brain function and of the functional interhemispheric asymmetry. In this study we analyzed the rhythms' power and the efficiency of motor tasks performance using leading and non-leading hand by right-handers and left-handers.

The study was conducted on 20 subjects (10 right-handers and 10 left-handers), carrying out the motor task, consisting of 7 touch of touchscreen monitor. The task was performed with closed eyes first with one hand, in half of the cases dominant, half – non-dominant, and then the second. Previously, subjects had memorized 3 short sequences of 4 touches (chunks), which later met at the beginning of a long series. During the experiment the recording electroencephalogram (EEG) in 64 channels was carried out. We analyzed the accuracy of the sequence reproducing and amplitude of alpha-1 (8-10 Hz), alpha-2 (11-13 Hz) and beta-1 (14-19 Hz) rhythms depending on the factors: leading hand, performing hand, starting hand, the action (memorizing / reproducing), condition (sequence with chunk / without chunk).

It was shown that the presence of early memorized chunks increases the efficiency of reproducing not only the chunks but also the rest part of the sequence, and to a greater extent during working by first non-leading hand, less when starting with leading hand. The pattern was more pronounced among right-handers than left-handers. The EEG analysis showed that both in memorization and reproducing the power of alpha-1, alpha-2 and beta-1 rhythms was lower for right-handers than left-handers, as well as in the group starting with the right hand compared to left. During reproducing the right-handers' rhythms power of alpha-1 and alpha-2 were suppressed (compared to background) stronger than in left-handers, and in a broader range of channels. In the range of alpha-1 rhythm in right-handers and left-handers suppression was more pronounced in the right hemisphere and beta-1 – in the left. In the range of alpha-2 rhythm the direction of asymmetry differed among the right-handers or left-handers depending on the presence of chunks in the sequence.

### **АППАРАТНАЯ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ МЯГКОГО ЭКСОСКЕЛЕТОНА НА ОСНОВЕ МНОГОМЕРНОЙ СЕНСОРНОЙ СРЕДЫ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТИМУЛЯЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

**Садков В.Ю.<sup>1</sup>, Волковицкий В.В.<sup>2</sup>, Зеленский К.А.<sup>1</sup>, Томиловская Е.С.<sup>1</sup>, Козловская И.Б.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup> Закрытое акционерное общество «Научный инновационный инженеринговый центр Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова», Москва, Россия; vcstech@mail.ru

Целью работы является создание автономной неинвазивной системы биологической обратной связи, состоящей из датчиков деформации (тензодатчиков), электронных блоков обработки и управления и высокочастотного стимулятора для осуществления стимуляционных воздействий. Тензодатчики устанавливаются в разрыв резиновых натяжителей, которыми оснащен реабилитационный костюм «Регент». Система измеряет сигналы с датчиков нагрузок, установленных на испытуемеле, обрабатывает их по определенным алгоритмам, и формирует сигналы управления электростимулятором. Электростимуляция мышц вызывает их сокращение, соответственно, натяжение определенных элементов костюма изменяется. Таким образом осуществляется биологическая обратная связь.

Электрические сигналы с тензодатчиков поступают на блок ввода, предназначенный для преобразования аналоговых сигналов в цифровые величины и передачи данных о величинах нагрузок с тензодатчиков по цифровой линии связи на блок управления, обрабатывающий эти данные по заданным алгоритмам и формирующий выходные команды для блока вывода по цифровому интерфейсу. По данным командам блок вывода формирует управляющие команды для электростимулятора. Высокочастотный электростимулятор предназначен для формирования электрических импульсов, воздействующих на мышцы ног и спины испытуемеле через электроды. По беспроводному интерфейсу Bluetooth блок управления передает информацию о величинах нагрузок тензодатчиков для отображения на мониторе персонального компьютера (ПК) оператора, и принимает команды управления от ПК. Для коммуникации блока управления с ПК используется специальное программное обеспечение (ПО), установленное на ПК. В процессе работы предполагается разработать и изготовить аппаратную часть системы биологической обратной связи – опытные образцы тензодатчиков, блока ввода, блока обработки, блока вывода, и доработать серийный образец электростимулятора; а также программную часть – микропрограммы управляющих микроконтроллеров электронных блоков и ПО для ПК оператора.

*Работа выполняется за счет гранта РФФИ ОФИ-м (проект №16-29-08320) и программы Президиума РАН №1.31 «Актуальные проблемы робототехники».*

### **HARDWARE AND SOFTWARE IMPLEMENTATIONS OF THE SOFT EXOSKELETON BIOFEEDBACK SYSTEM BASED ON MULTIDIMENSIONAL SENSORY ENVIRONMENT AND MULTI-STIMULUS EFFECTS**

**V. Sadkov<sup>1</sup>, V. Volkovitskiy<sup>2</sup>, K. Zelenskiy<sup>1</sup>, E. Tomilovskaya<sup>1</sup>, I. Kozlovskaya<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> State scientific center of the Russian Federation – Institute of biomedical problems of the Russian Academy of Science, Moscow, Russia; <sup>2</sup> Joint Stock Company "Scientific Innovation Engineering Center of the Academy of Engineering Sciences", Moscow, Russia; vcstech@mail.ru

The aim of this work is developing of an autonomous non-invasive biofeedback system, consisting load cells, the electronic processing and controlling units and a high-frequency stimulator for stimulus effects. Load cells are installed in breaks of the rubber tensioners, which are arranged at the axial loading suit "Regent". The system measures the signals from the load cells, arranged on the investigator, processes them according to certain algorithms, and generates control signals for electrostimulator. Electrical stimulation of muscles causes their contraction, respectively, the tension of certain elements of the suit changes. Thus it carried biofeedback.

Electrical signals from the load cells supplied to the input unit for converting analog signals into digital values, and load cells signal values transferring via digital interface to the control unit that processes the information according to specified algorithms, computes an output commands and transfers it to the output unit via digital interface. According to this commands, output unit generates control commands for the electrical stimulator. High-frequency stimulator is designed to generate electrical impulses that affects the investigator's legs and back muscles through the skin electrodes. Control unit transmits information about the load values of the load cells via Bluetooth wireless interface for displaying it on the monitor of an operator's personal computer (PC), and receives control commands from the PC. Control unit communicates with a PC via special software, installed on operator's PC. In progress of this work, it is expected to develop and manufacture hardware of the biofeedback system – experimental load cell samples, the input unit, processing unit, output unit, and modify serial sample of the electrostimulator; as well as the software part – a firmware for the microcontrollers and software for the PC.

*The work is supported by the grant RFBR OFI-m (project No.16-29-08320) and the program of the Presidium of RAS No.1.31 "Actual problems of robotics."*

### **МЕТОДЫ СБОРА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ МРТ ДАННЫХ ДЛЯ T2\*-БОЛЮСНОЙ МР-ПЕРФУЗИИ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО И ВРЕМЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ С КОРРЕКЦИЕЙ ЭФФЕКТОВ T1 РЕЛАКСАЦИИ Самсонов А.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Университет Висконсина, Мэдисон, США; samsonov@wisc.edu

Метод визуализации тканевой перфузии основанный на измерении скорости релаксации T2\* при прохождении контрастного вещества (T2\*-болюсное ПВИ) широко используется для получения гемодинамических карт цереброваскулярного кровезаполнения и кровотока (CBV/CBF). Эти карты позволяют получать уникальную информацию при диагностике острых нарушений мозгового кровообращения и злокачественных опухолей мозга, которую невозможно получить с использованием стандартный МРТ методов. T2\*-болюсное ПВИ требует быстрого многократного сканирование в течение 10-20 секунд после внутривенного введения контрастного вещества, и, таким образом, предъявляет серьезные требования к временному разрешению МРТ. Фундаментальные ограничения обычных МРТ методов не позволяют удовлетворять одновременно требованиям высокого пространственного и временного разрешений. Следовательно, высокое временное разрешение автоматически приводит к более низкому пространственному разрешению, и, следовательно, уменьшению диагностического качества ПВИ. Далее, наиболее часто используемая эхо-планарная импульсная последовательность приводит к дополнительному уменьшению пространственного разрешения из-за быстрого уменьшения сигнала в период считывания, что также приводит к существенными геометрическими искажениями. Наконец, качество изображений зачастую не позволяет использовать более точные модели для корректной интерпретации ПВИ данных.

В этой работе, мы представляем новый подход к T2\*-болюстной ПВИ высокого разрешения, который основывается на спиральном, много-эховом сборе данных и восстановления этих данных методом сжатого измерения. Наш новый метод демонстрирует существенное улучшение качества изображения и предоставляет возможности для усовершенствованного ПВИ анализа. В частности, мы достигли приблизительно 2.7-кратного уменьшения размера пиксела по сравнению с лучшими существующим T2\*-болюстными методами сохраняя временное разрешение. Далее, более быстрое считывание сигнала в нашем методе позволяет улучшать геометрическую конгруэнтность ПВИ карт. Наконец, наш метод позволяет корректировать дополнительные эффекты контрастного наполнения связанные с изменением времени продольной релаксации T1 в тканях с нарушениями гемато-энцефалического барьера, что существенно улучшает точность количественного ПВИ анализа, в частности, в злокачественных опухолях.

### **METHODS OF MRI DATA ACQUISITION AND RECONSTRUCTION FOR HIGH SPATIAL AND TEMPORAL RESOLUTION DYNAMIC SUSCEPTIBILITY CONTRAST PERFUSION IMAGING WITH CORRECTION OF T1 EXTRAVASATION EFFECTS**

**Samsonov A.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Wisconsin, Madison, WI, USA, samsonov@wisc.edu

Dynamic susceptibility contrast (DSC) perfusion weighted MRI (PWI) is a widely used approach for measuring haemodynamic perfusion parameters, such as cerebral blood volume/flow (CBV/CBF) and mean transit time (MTT). These quantitative maps reveal clinically relevant information for treatment of stroke and brain tumor patients that may not be obtained with regular MRI exams. The perfusion parameters are derived from changes in signal-time course of injected contrast bolus, with most important information obtained over a span of 10-20 sec, and thus necessitate very rapid time-resolved imaging. This requirement, however, leads to undesirable reduction in spatial resolution, which is competing for available scan time. At the same time, high resolution DSC PWI is highly desired clinically for improved diagnosis and treatment, which can't be achieved due to inherent limitations of the existing imaging methodology. Further, while more accurate models for parameter estimation have been developed, the available imaging techniques often are unable to provide sufficient input to models (e.g., limited resolution reduces accuracy of arterial input function (AIF) calculation). Finally, traditionally used single shot echo-planar imaging (EPI) decreases spatial resolution further due to T2\* signal decay during long readout accompanied by significant geometric distortions.

In this work, we present a novel approach to high resolution DSC PWI, which utilizes a combination of compressed sensing (CS)-type reconstruction with efficient multi-echo spiral acquisition. This novel method demonstrates significant improvement in image quality and resolution, namely, a nominal 2.7 times decrease of pixel size and whole head coverage compared to current state-of-art DSC-PWI without compromising temporal

resolution. Further, this method minimizes signal blurring due to shorter readout than in standard methods and therefore further improves apparent image resolution. Our technique also features T2\* mapping for PWI parameter quantification, which allows avoiding T1-related signal bias in vessels, reducing saturation effects at peak arterial frame, and providing insensitivity to contrast leakage effects in permeable tumor vasculature.

### **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ИНФОРМАЦИОННОГО ПОСРЕДНИКА НА УРОВЕНЬ ТРЕВОЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

**Саркисян В.Р., Саргсян В.А., Саркисян Р.Ш.**

Институт физиологии НАН РА имени акад. Л.А.Орбели, Ереван, Республика Армения;  
[sargsyan.vahram@gmail.com](mailto:sargsyan.vahram@gmail.com)

В последнее время все большую популярность приобретает использование различных физиотерапевтических методов в медицинской практике – для профилактики, лечения и реабилитации пациентов. Были проведены исследования по влиянию физиотерапевтического устройства «Биорегулятор», то есть генератора электромагнитных излучений (1,8 МГц) с информационным посредником, на уровень ситуативной тревожности человека.

Исследования были не инвазивными и проводились на 30 человек обоего пола (от 23 до 38 лет), которые были распределены в трех группах. Предварительно у всех участников эксперимента оценивался уровень личностной и ситуативной тревожности по шкале Ч.Д. Спилбергера (адаптация Ю.Л. Ханина). В исследовании приняли участие добровольцы, имеющие умеренный и высокий уровень личностной тревожности (выше 30 баллов).

Для оценки эффекта плацебо I группа участников не подвергалась каким-либо воздействиям электромагнитных излучений, однако 10 минут находилась рядом с Биорегулятором, поставив ладонь правой руки на пластмассовый корпус выключенного устройства. Они думали, что на них оказывается влияние физическим фактором.

Участники II группы прошли аналогичную процедуру, однако уже с включенным устройством, но без информационного посредника.

У участников III группы исследовалось влияние электромагнитных излучений от высоковольтного трансформатора однако уже между генератором электромагнитных излучений и ладонью человека находился информационный посредник – контейнер с фитопрепаратом (10 г небольших кусочков корня валерианы).

После 10-минутной физиотерапевтической процедуры все участники эксперимента повторно прошли тест Спилбергера (по шкале ситуативной тревожности).

Средний уровень ситуативной тревожности участников I группы составлял, до влияния физическим фактором – 43.9 балла, после влияния – 41.2 балла (понижение на 6,1%).

Средний показатель II группы до влияния – 42.7, после – 36.9 балла (понижение на 13.6%).

Средний показатель III группы до влияния составил 39.0, после процедуры – 30.9 балла (понижение на 20.8%).

Таким образом выявлено, что в результате самовнушения у первой группы испытуемых уровень ситуативной тревожности понизился всего на 6.1 % во II группе влияние электромагнитных излучений привело к понижению на 13.6%. Разница в III группе составила 20.8%, что говорит о высокой эффективности использования «Биорегулятора» с представленным выше информационным посредником.

### **EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION AND INFORMATION MEDIATOR ON THE LEVEL OF HUMAN ANXIETY**

**Sargsyan V.R., Sargsyan V.A., Sargsyan R.Sh.**

Institute of Physiology NAS RA after acad. L.A. Orbeli, Yerevan, Republic of Armenia;  
[sargsyan.vahram@gmail.com](mailto:sargsyan.vahram@gmail.com)

In recent years become increasingly popular to use different methods of physiotherapy in medical practice for prevention, treatment and rehabilitation of patients. Studies have been conducted on the effect of physical therapy device "Bioregulator", that is the generator of electromagnetic radiation (1.8 MHz) with an information intermediary on the level of human situational anxiety.

Studies have been non-invasive and conducted on 30 persons of both sexes (23 to 38 years), who were divided into three groups. Preliminarily in all the participants of the experiment evaluated the level of personal and situational anxiety on a scale of Ch. D. Spielberger (adaptation of Yu.L. Hanin). The study volunteers participated had moderate and high level of personal anxiety (over 30 points).

To evaluate the placebo effect the participants of I group were not exposed to any electromagnetic radiation, but 10 minutes were near to Bioregulator, putting palm of their right hand on a plastic case of the turned off device. They thought that they are influenced by physical factors.

Participants of group II underwent a similar procedure, but already with enabled device and without the information mediator.

Participants of group III were investigated to impact of electromagnetic radiation from high-voltage transformer, however already between the generator of electromagnetic radiation and the human's hand was information intermediary: container with phytopreparation (10 gr of small pieces of *Rhizoma valerianae*).

After 10 minutes of physical therapy procedures, all participants of the experiment repeatedly passed Spielberger test (on a scale of situational anxiety).

The averaged level of situational anxiety of participants in group I before the impact of physical factor was 43,9 points and after the influence 41.2 points (decrease by 6.1%).

The average index of group II before the influence was 42.7 and after the procedure 36.9 points (decrease by 13.6%).

The average index of group III until influence was 39.0, after the procedure 30.9 points (decrease by 20.8%).

Thus it was revealed that as a result of autosuggestion in the first group of subjects situational anxiety level has dropped by only 6.1% in group II influence of electromagnetic radiation led to a decrease by 13.6%. The difference in group III was 20.8%, indicating the high efficiency of use of Bioregulator with above mentioned information mediator.

### **ВЫБОР ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ПАРАДИГМ У ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ТЕМПЕРАМЕНТА В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ**

**Свидан Н.М.**

Московский областной учебный центр, Россия, nsvidan@mail.ru

Кризисные ситуации в первую очередь радикально изменяют систему потребностей, мотивации и стимулов человека. Этот процесс происходит по двум направлениям: с одной стороны, сужаются возможности отдельного человека влиять на удовлетворение своих потребностей, а с другой стороны, проявляется превалирование внутренних мотивов и стимулов над внешними. Такие изменения в системе потребностей, мотивов и стимулов проявляются в сознательном или бессознательном выборе человеком иной поведенческой парадигмы.

При этом важно отметить, что поведенческие реакции определяются преобладанием функции той или иной зоны мозга – лобной коры, гипоталамуса, гипокампа и миндалины, а также их сочетанием у людей с различным типом темперамента. В ходе эксперимента была поставлена задача: определить как психологические особенности личности, влияют на выбор новых форм поведения, с целью адаптации к кризисным условиям. Для эксперимента были отобраны 48 человек. В состав испытуемых входили 42 женщины и 6 мужчин. По возрасту, испытуемые разделились на следующие группы: в 1 группу – от 30 до 40 лет вошло 22 человека, во 2 – от 40 до 50 лет – 24 человека и в 3 группу – свыше 50 лет – 2 человека. Тестирование по типам темперамента дало следующие результаты – сангвиников было 12 человек, холериков – 4, флегматиков -30, меланхоликов – 2 человека.

Экстравертов среди испытуемых было 44, интровертов – 4 человека. Анализ полученных результатов показал: 1. Флегматики, отличающиеся сбалансированными потребностями, без ярко выраженной доминанты, выбирают тип поведения, в котором неудовлетворенные потребности легко заменяются другими, более доступными. Преобладание внутренней мотивации позволяет в кризисных ситуациях находить такие ее формы, которые стимулируют человека на удовлетворение доступных ему в настоящий момент потребностей. 2. Сангвиники имеют доминирующую потребность и сильные реакции на различные события. При невозможности в кризисных условиях удовлетворить потребность на прежнем уровне у сангвиника существенно усиливаются внутренняя мотивация и внутренние стимулы. Однако если цель все-таки не достигается, сангвиник меняет поведенческую парадигму, среду и сферу деятельности. 3. Холерик, отличается устойчивыми потребностями, внутренними и внешними мотивами и стимулами. Он проявляет большое упорство, пытаясь сохранить уровень удовлетворения устойчивых потребностей, внутреннюю и внешнюю мотивацию и стимулы даже в кризисных условиях. При невозможности сохранения прежнего уровня потребностей, мотивов и стимулов, возбудимый темперамент холерика приводит к стрессовым поведенческим реакциям. 4. Меланхолик не имеет доминирующей потребности. И в кризисных ситуациях неудовлетворенные потребности не меняют парадигму его поведения. На его поведение больше влияют изменяющиеся преимущественно внешние стимулы и переоценка мотивов как внутренних, так и внешних.

### **THE CHOICE OF BEHAVIORAL PARADIGM IN INDIVIDUALS WITH DIFFERENT TEMPERAMENTS IN CRISIS SITUATIONS**

**Svidan N.M.**

Moscow Regional Training Center, Russia, nsvidan@mail.ru

Crises situations primarily radically change the system of personal needs, motivation and incentives. This process takes place in two directions: on the one hand, it reduces the possibility of an individual to influence the satisfaction of his needs and, on the other hand, it appears the prevalence of internal motivation and incentives over the external. Such changes in the system of needs, motives and incentives manifest themselves in a conscious or unconscious choice of one or another behavioral paradigm. It is important to note that the behavioral responses are determined by predominant function of different brain regions – frontal cortex, hypothalamus, hippocampus and amygdala, as well as by their combination in individuals with different temperament types.

The purpose of the experiment was to determine how the psychological personality traits influence the choice of new forms of behavior, in order to adapt to the crisis conditions. 48 individuals were selected for the experiment, including 42 women and 6 men. By age, the subjects were divided into the following groups: Group 1 – from 30 to 40 years (22 subjects), Group 2 – 40 to 50 years (24 subjects), and Group 3 – over 50 years (2 subjects). The test determining the temperament type gave the following results: sanguines – 12 individuals, choleric – 4 individuals, phlegmatics – 30 individuals, melancholics – 2 individuals. Extroverts (among all the tested subjects) – 44 individuals; introverts – 4 individuals. Analysis of the results showed the following: 1. Phlegmatics have balanced needs, without any pronounced dominant, they choose the behavior in which the unmet needs can easily be replaced by other more accessible needs. The predominance of intrinsic motivation in crisis situations allow to find the forms that stimulate them to fulfill the currently available needs. 2. Sanguines have a dominant need and show strong reactions to various events. If it is impossible to meet the needs in crisis at the same level, sanguines significantly enhance their intrinsic motivation and internal stimuli. However, if the goal is still not reached, the sanguines change their behavioral paradigm, environment and activity. 3. Choleric have stable needs, internal and external motives and incentives. They show considerable persistence, trying to keep sustainable the level of satisfaction of their needs, internal and external motivation and incentives, even in times of crisis. If unable to preserve these level, motivation and incentives, the excitable temperament of choleric leads to stress behavioral reactions. 4. Melancholic individuals do not have dominant needs. And in times of crisis the unmet needs do not

change his behavior paradigm. The behavior of melancholics is mainly influenced by the changes of external stimuli and by the reassessment of both their internal and external motives.

**КОЕ-ЧТО О КЕНТАВРАХ, ИЛИ КОРРЕКЦИЯ СТРЕССОГЕННЫХ БЛОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ В ТЕЛЕ  
СРЕДСТВАМИ ВЕРХОВОЙ ЕЗДЫ**  
**Святловская Е.А., Никонова Е.А.**

Ин-т Экономики и культуры, (работа проводилась на базе детского конного клуба им. Св. князя Владимира),  
Москва, Россия, [wooldog@rambler.ru](mailto:wooldog@rambler.ru)

Последние несколько лет нами разрабатывалась методика преодоления страха у детей, занимающихся верховой ездой. Рабочее название "метод расширения актуальной схемы тела". В основу подхода положены идеи ТОП и все упражнения подбираются с целью повысить чувствительность, снять зажимы и установить максимальное количество связей в области ощущений как внутри тела, так и снаружи. В 2014 – 2015 гг мы переключились на работу со взрослыми, стараясь преимущественно приглашать на занятия людей, которые занимаются верховой ездой не менее 4-5 лет, и чьи проблемы не могут быть решены традиционными методами обучения верховой езде. Таким образом мы пытались, насколько это возможно, отделить положительные эффекты, связанные с занятиями верховой ездой как таковой, ее обязательное влияние на состояние тела и психики, от эффектов и результатов, связанных с применением нашего подхода.

К сожалению, кризис и снижение спроса на занятия верховой ездой в целом привели к сокращению выборки и количество всадников было недостаточно для серьезных статистических выводов, но на полученном материале уже можно сказать, что подход оказался вполне продуктивным. Работа со взрослыми труднее во многих смыслах но позволяет выделить более четкие критерии результата.

Нам удалось формализовать подход и создать структуру занятий, позволяющие предсказать эффективность в каждом конкретном случае. В результате разработаны основания для последующего построения занятий.

1. Даже в очень сложных случаях результативность занятий становится заметна уже в течение первых пяти занятий.

2. Физические напряжения не осознаются, их ослабление может быть замечено самим человеком по косвенным признакам, или не осознаваться совсем, но стороннему наблюдателю изменения в процессе работы очевидны.

3. Работа со взрослыми, как мы и предполагали, позволяет выделить изменения, происходящие в теле в процессе занятий, сделать их более очевидными и однозначно связать с экспериментальным подходом, что гораздо труднее сделать при работе с детьми, где изменения, связанные с работой тренера накладываются на изменения обусловленные развитием и обучением.

**SOMETHING ABOUT CENTAURUS, OR CORRECTION OF MUSCULAR BLOCKS AND TENSIONS WITH  
HORSE RIDING**

**Svatlovskaya E.A., Nikonova E.A.**

Economy and Culture Institute, Children Charity Club named after St. Prince Vladimir, Moscow, Russia.  
[wooldog@rambler.ru](mailto:wooldog@rambler.ru)

During last several years, we have been working out methods of teaching young riders with extremely strong neurotic fear. We called our approach "widening of the actual map of the body", because using different teaching ideas, we selected exercises, which can release tensions, intense sensibility and make maximum connections and sensor abilities inside and outside the body. In 2014-2015, we mainly worked with adults. We invited to our program people who had been learning riding at least for 4-5 years, to be sure, that traditional riding teaching couldn't solve their problems. It helped to separate, as much as possible, the effects, connected to the riding itself, its inevitable influence on psychic and body condition from the effects and results, caused by using our approach.

Unfortunately, we had less riders, than we hoped, but even so, we can consider our approach as quite appropriate. Teaching adults is more difficult in many senses, but it permits to formulate more clear criteria of results. We managed to create formal structure of lessons, which lets to predict the efficiency in every case. It is important to remember following basic principles to make the lesson effective.

1. Even in the most complicated cases, the first results can be seen clearly during first five lessons.

2. The person cannot usually realize body tensions and blocks, but they can be felt through connected movements or changing results, and are often obvious for other people.

3. Teaching of experienced adults, as we thought before, helps to single out the changings of the body, connected to the sessions, make them obvious, which was difficult when we worked with children, because in that case the changings, connected to the coach's work, mixed with changings caused by normal development and learning.

**ВЛИЯНИЕ РИТМИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ДИСТАЛЬНЫХ ОТДЕЛОВ РУК НА РЕФЛЕКТОРНУЮ  
ВОЗБУДИМОСТЬ НЕЙРОНОВ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА СПИННОГО МОЗГА**

**Селионов В.А.<sup>1</sup>, Солопова И.А.<sup>1</sup>, Блинов Е.О.<sup>1,2</sup>, Жванский Д.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт проблем передачи информации РАН, Москва, Россия, [selionov@iitp.ru](mailto:selionov@iitp.ru)

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (ГУ), Долгопрудный

В недавних исследованиях показано, что при совместных движениях рук и ног, движения дистальных отделов верхних конечностей вносят существенный вклад в паттерны шагательных движений. Целью настоящей работы была оценка влияния движений кистей, а также условий выполнения двигательной задачи на возбудимость мотонейронов, иннервирующих камбаловидную мышцу в условиях

разгрузки конечностей. В исследовании приняли участие 10 здоровых испытуемых. Регистрировали Н-рефлекс в камбаловидной мышце в стационарных ногах при следующих двигательных задачах для рук: 1) произвольные ритмические движения рук, 2) произвольные ритмические движения рук совместно с движениями кистей, 3) произвольные движения только кистей, 4) ритмические движения только одной ипсилатеральной руки, 5) ритмические движения только одной ипсилатеральной руки при нагрузке ~6Н на нее. Нагрузку прикладывали в плоскости движений руки. Также в начале, середине и конце исследования регистрировали Н-ответы при неподвижных руках. Величины Н-рефлексов оценивали в положении максимального сгибания и разгибания в плечевом или лучезапястном суставах. В условиях вывески ритмические движения одной или обеих рук были малоэффективными для изменения рефлекторной возбудимости мотонейронов камбаловидной мышцы по сравнению с неподвижными руками. При совершении движений рук совместно с движениями кистей наблюдалось существенное возрастание Н-ответов. Движение только в дистальных отделах рук были еще более эффективны для повышения Н-рефлекторной возбудимости. Повышенный проприоцептивный приток от движущейся руки в результате ее нагружения, напротив, значимо понижал амплитуды Н-ответов по сравнению с ответами при движении ненагруженной руки. Полученные результаты служат доказательством существования связей между дистальными отделами верхних и нижних конечностей на нейронном уровне, отражают зависимость этого связывания от двигательной задачи для рук и подтверждают значительную роль ритмических движений рук совместно с движениями кистей в модуляции рефлекторной возбудимости ног.

*Работа осуществлялась при поддержке РФФИ № №15-04-02825, 16-29-08181*

### **THE EFFECT OF RHYTHMIC MOVEMENTS OF DISTAL PARTS OF THE ARMS ON REFLEX EXCITABILITY OF NEURONS IN THE LUMBAR SPINAL CORD**

**Selionov V.A.<sup>1</sup>, Solopova I.A.<sup>1</sup>, Blinov E.O.<sup>2</sup>, Zhvansky D.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute for Information Transmission Problems, RAS, Moscow, Russia, [selionov@iitp.ru](mailto:selionov@iitp.ru)

<sup>2</sup>Moscow Institute of Physics and Technology (State University), Dolgoprudny, Russia

In recent studies it was shown that during simultaneous movements of the arms and legs, the movements of the distal upper limbs contribute to the patterns of stepping movements. The aim of this work was to evaluate the influence of movements of hands, and also conditions of execution of motor tasks on the excitability of motoneurons innervating the soleus muscle in unloading limbs conditions. Ten healthy subjects participated in the study. H-reflexes were recorded in the soleus muscle in the stationary leg when the following motor tasks: 1) voluntary rhythmic arm movements, 2) voluntary rhythmic arm movements in combination with the movements of the hands, 3) the voluntary motion of the hands only, 4) rhythmic movements of only ipsilateral arm and 5) rhythmic movements of only ipsilateral arm at a load of ~6N on it. The load was applied in the plane of arm movements. Also at the beginning, middle and end of the study were recorded H-responses at the motionless arms. The magnitude of H-reflexes was evaluated at the position of maximum flexion and extension in the shoulder or wrist joints. In unloading conditions rhythmic movement of one or both arms were ineffective to change the soleus motoneurons excitability compared with stationary arms. When executing arm movements in conjunction with the movements of the hands a significant increase in the H-responses was observed. Movements only in the distal parts of the arms were more effective to increase the H-reflex excitability. Increased proprioceptive inflow from moving the arm in loading, in contrast, strongly decreased the amplitude of the H-responses compared to the responses in the case of unloaded arm movements. The results obtained serve as a proof of the existence of connections between the distal parts of the upper and lower extremities at the neural level, reflect the dependence of the motor binding on the tasks to arm and confirm the significant role of combined rhythmic arm and hand movements in the leg reflex excitability modulation. *Work was supported by the RFBR № № 15-04-02825, 16-29-08181*

### **ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ К УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Семенова Л.М.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия;  
[Semanova-LM@yandex.ru](mailto:Semanova-LM@yandex.ru)

Одной из проблем образовательной деятельности является адаптация обучающихся к обучению, которая сопровождается значительным снижением здоровья школьников за период их пребывания в школе. В ранее проведенных нами исследованиях показано, что адаптация младших школьников к умственным нагрузкам протекает в состоянии психоэмоционального напряжения и стресса с низкими функциональными резервами кардиореспираторной системы. Целью настоящей работы явилось изучение морфофункционального, психоэмоционального состояния и адаптационных резервов организма школьников и лицеистов старших классов 16 – 17 лет в процессе учебной деятельности.

Проведено обследование 43 учащихся 10-х классов общеобразовательной школы с социально-экономическим и лица с физико-математическим профилями обучения 2014/15 учебного года. Функциональное состояние дыхательной системы у большинства (76,67%) испытуемых десятиклассников по результатам спирометрии – ЖЕЛ оценивается как ниже среднего уровня по центильным таблицам, что указывает на отставание их в физическом развитии. С целью характеристики тренированности сердечно-сосудистой системы вычисляли коэффициент выносливости, который для большинства (97,69%) школьников и лицеистов в покое соответствует норме и показывает средние, а у 2,31% школьника – низкие функциональные возможности сердечно-сосудистой системы. Проводилась оценка текущего функционального состояния организма с помощью определения показателя уровня стресса. У 81,82% школьников в покое уровень стресса имеет значение, соответствующее его увеличению и только 18,18% школьников – нормальному уровню стресса. Таким образом, большинство десятиклассников испытывают высокий уровень стресса. Исследование психоэмоционального состояния обучающихся с использованием

стандартных тестов выявило 30,4% лицейств и 55% школьников с высокой личностной тревожностью. В первом полугодии учебного года преобладают школьники (71,43%) и лицейсты (78,26%) с низкой реактивной тревожностью (РТ). Во втором полугодии уменьшается количество лицейств и школьников с низким уровнем РТ и повышается со средним (50% школьников и 70,37% лицейств), а также с высоким уровнем РТ (20,83% школьников и 11,11% лицейств). Результаты исследования свидетельствуют, что адаптация десятиклассников к умственным нагрузкам протекает в состоянии психоэмоционального напряжения и стресса.

### **PECULIARITIES OF ADAPTATION OF STUDENTS TO EDUCATIONAL ACTIVITY Semenova L.M.**

Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Chuvash state University named I.N. Ulyanov", Cheboksary, Russia. [Semenova-LM@yandex.ru](mailto:Semenova-LM@yandex.ru)

One of the problems of educational activity is the adaptation of students to learning, which is accompanied by a significant decline in the health of schoolchildren for the period of their stay in school. Earlier in our studies it was shown that adaptation of Junior pupils to mental stress occurs in the state of psychoemotional tension and stress with low functional reserves of the cardiorespiratory system. The aim of this work was to study morphological and functional, psycho-emotional state and adaptive reserves of the organism of schoolchildren and pupils of the senior classes 16 – 17 years in the process of educational activity.

A survey of 43 students of the 10th grade of a secondary school with socio-economic and Lyceum with physical and mathematical profile of training 2014/15 academic year. The functional state of the respiratory system in most (76.67%) of the subjects of tenth graders according to the results of spirometry – VC is estimated as below average on the centile tables, indicating a lag in their physical development. The purpose of the characteristics of fitness cardio-vascular system coefficient of endurance, which for most (97.69%) middle and high school students alone is normal and shows average and 2.31 per cent of pupil – low functional capacity of the cardiovascular system. Conducted assessment of the current functional state of the organism by determining the measure of stress level. The 81.82% of pupils alone, the stress level has a value corresponding to an increase and only 18.18% of the students – normal level of stress. Thus, the majority of tenth graders are experiencing high levels of stress. The study of psycho-emotional States of students using standard tests revealed 30.4% of students and 55% of students with high personal anxiety. In the first half of the school year is dominated by students (71.43%) and students (78.26%) with low reactive anxiety (RT). In the second half reduced the number of students and schoolchildren with a low level of RT and increases with the average (50% of students and 70.37% of high school students), as well as with high levels of RT (20.83% of students and 11.11% of students). The results of the study indicate that adaptation of tenth-graders to mental stress occurs in the state of psychoemotional tension and stress.

### **РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ МОЛОДЫХ ИСПЫТУЕМЫХ НА ПОСТУРАЛЬНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА**

**Сергеев Т.В.<sup>1</sup>, Суворов Н.Б.<sup>1</sup>, Толкачев П.И.<sup>2</sup>, Милюхина И.В.<sup>1</sup>, Белов А.В.<sup>1</sup>, Гараба М.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экспериментальной медицины» (ФГБНУ «ИЭМ»), Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>ООО «АРС – Автоматизированные Реабилитационные Системы» Санкт-Петербург, Россия; [stim9@yandex.ru](mailto:stim9@yandex.ru)

Особенность реакций организма на автоматизированные постральные воздействия (ПВ), обеспечивающие перемещение-ориентацию организма в пространстве, связана с тем, что они прямо или опосредованно через сердечно-сосудистую и нервную системы оказывают сложное влияние практически на все органы человека. Положения, в которых оказывается пациент при ПВ, их сменяемость и длительность пребывания в них самостоятельно недостижимы. С помощью ПВ на организм пациента может быть оказано уникальное влияние. В то же время физиологические основы этих процессов до конца не изучены, особенно в динамике – при сложных траекториях перемещения тела в пространстве. Цель исследования – анализ новых данных о физиологических реакциях гемодинамики человека на периодические изменения положения организма относительно вектора силы тяжести. В исследовании участвовали 20 здоровых лиц в возрасте 18 – 28 лет: 16 мужчин и 4 женщины. На аппаратно-программном комплексе (АПК) для автоматизированных ПВ (АО «ГОЗ Обуховский завод», Санкт-Петербург) осуществлялась динамическая ориентация испытуемого в пространстве. Колебательный характер перемещения-ориентации задавался протоколами управления комплексом: по 3 мин. фоновой регистрации параметров в начале и в конце испытания, 9 периодов перемещения в диапазоне  $-18^{\circ}$  –  $+18^{\circ}$  с длительностью качания 80 с, переход в инфракраниальное положение 65 с, подъём – 5 с, пауза в супракраниальном положении – 10 с. Во время исследования регистрировались: АД, сердечный индекс (СИ) реографом "Диамант-Р" (Санкт-Петербург); ЭКГ, ЧСС и траектория перемещения – АПК «Кардиотренинг» (ФГБНУ "ИЭМ"). Реакции гемодинамики на первое колебание соответствуют известным: при ортостатической нагрузке – повышение АД и ЧСС, понижение СИ; при антиортостатической – понижение АД и ЧСС, повышение СИ. Однако уже второе-третье колебания вызывает неоднозначные сложные реакции, выражающиеся в смене их направлений и интенсивности. Так у 13 испытуемых второй перевод в супракраниальное положение сопровождался ростом СИ при постоянстве АД, а затем второй перевод в инфракраниальное положение – снижением АД и СИ. У семи такая реакция была на третье колебание. У всех испытуемых имели место периодические повышения и снижения ЧСС, связанные с положением и длительностью покачивания испытуемого. Полученные реакции свидетельствуют о закономерном изменении показателей гемодинамики во время и после проведения динамических ПВ. С их помощью достигаются положительные гемодинамические реакции.



## REACTIONS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF YOUNG SUBJECTS AT THE OSCILLATORY POSTURAL IMPACTS

**Sergeev T.V.<sup>1</sup>, Suvorov N.B.<sup>1</sup>, Tolkachev P.I.<sup>2</sup>, Belov A.V.<sup>1</sup>, Milyuhina I.V.<sup>1</sup>, Garaba M.I.<sup>1</sup>**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine" (FSBSI "IEM"), St. Petersburg, Russia; "ARS – Automated Systems Rehabilitation" LLC, St. Petersburg, Russia; [stim9@yandex.ru](mailto:stim9@yandex.ru)

Featured reactions to Postural impacts (PI) connected with the fact that the patient's body positions in space during PI, their turn over and duration can't be reached by the patient himself. An analysis of the literature showed that the physiological basis of these processes aren't fully explored, especially in the part of using complex paths of the body movements in space. Thus, obtaining and complex analyze of new data on the physiological reactions of human hemodynamics on quasi-periodic changes of the body position relative to the direction of gravity vector became the main aim of the study. The study involved 20 healthy persons at the age of 18 – 28 years, 16 men and 4 women. Patient's dynamic orientation in space was carried out with hardware and software system for automated postural impacts ("GOZ Obukhov Plant" JSC). The oscillatory character of the movements during the test was determined by the appropriate software-controlled protocols. The following movement's option was used: 3 minutes of parameters background registration at the beginning and end of the test, 9 periods of movements between -18° and + 18° with 80 seconds duration of one swing, transition in antiorthostatic position with 65 seconds duration, rise within 5 seconds, the pause in orthostatic position for 10 seconds. Arterial pressure, cardiac index (with rheograph "Diamant-R", Saint-Petersburg), electrocardiogram, heart rate and trajectory of patient movements (with «Cardiotraining» system, FSBSI "IEM") were recorded during the test study. Hemodynamics response to the first swing corresponds to the known facts: orthostatic loads cause an increase of blood pressure and heart rate, decrease of cardiac index; antiorthostatic loads – decreasing of blood pressure and heart rate, increasing of cardiac index. However, the second or third swing leads to the mixed complex reactions, connected with a change of their direction and intensity. So, in 13 subjects the second transfer into orthostasis was accompanied with increasing cardiac index simultaneously with constant blood pressure, and the second transfer into antiorthostatic position caused lowering of blood pressure and cardiac index. Seven subjects had the same reaction to the third swing. Periodic increase and decrease in heart rate present in patients rhythmograms. This is associated with the position and duration of patients swinging while transients have quasi-periodic damped nature. These reactions show a regular change of hemodynamic parameters during and after the dynamic PI. They can help to achieve positive hemodynamic reactions.

## ВЛИЯНИЕ СЕНСОМОТОРНОЙ ПОТЕНЦИАЦИИ НА ДВИГАТЕЛЬНОЕ ВООБРАЖЕНИЕ И ЕГО КОРРЕЛЯЦИЮ С СЕНСОМОТОРНЫМИ РИТМАМИ ЭЭГ

**Сергеева М.С.<sup>1,2</sup>, Пятин В.Ф.<sup>1,2</sup>, Захаров А.В.<sup>1,2</sup>, Антипов О.И.<sup>2,3</sup>, Коровина Е.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Самарский государственный медицинский университет

<sup>2</sup>Центр прорывных исследований «IT – медицина» СамГМУ

<sup>3</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, Россия, [marsgrgr@yandex.ru](mailto:marsgrgr@yandex.ru)

Цель работы – исследование изменений мощности сенсомоторных ритмов ЭЭГ двухвекторных планируемых движений в доминантной руке в условиях посттетанической потенциации. В работе приняли участие 7 испытуемых-правшей в возрасте 18-19 лет, давших информированное согласие на участие в исследовании. ЭЭГ регистрировалась монополярно с помощью системы «Нейрон – Спектр – 4/ВПМ». 17 электродов ЭЭГ были высокоплотной локализованы по системе 10-10 в проекциях моторных и соматосенсорных зон левого полушария. ЭЭГ регистрировалась во время планирования движений в доминантной руке (сгибание пальцев, сгибание в локтевом суставе) до и после моделирования планируемого двигательного паттерна в доминантной руке с помощью аппарата для реабилитации Power Plate (частота сокращений мышц 30 Гц, ускорение стимуляции проприорецепторов: 18 м/с<sup>2</sup> (Low режим), 31 м/с<sup>2</sup> (High режим), время моделирования – 30 сек). Во время записи ЭЭГ испытуемые находились в темной звукоизолированной комнате с закрытыми глазами в положении сидя. Были использованы непараметрические и регрессионные методы статистического анализа вызванной реакции синхронизации/десинхронизации (ERS / ERD) сенсомоторных ритмов ЭЭГ: альфа1 (8,0-10,0 Гц), альфа2 (10,1-12,9 Гц), бета1 (13,0-19,9 Гц), бета2 (20,0-35,0 Гц) с помощью IBM SPSS Statistics 22.

По паттернам ЭЭГ первоначально нами обнаружена низкая дифференцировка планируемых двухвекторных движений в доминантной руке. После моделирования планируемого двигательного паттерна в течение 30 сек. с помощью аппарата для реабилитации Power Plate нами установлено увеличение значимости ERS/ERD планируемых движений в доминантной руке и очага активации моторных и соматосенсорных центров коры головного мозга. Отмечалось достоверное увеличение чувствительности и специфичности изменений мощности в сенсомоторных ритмах ЭЭГ. Обнаруженная тенденция была более выражена в альфа1-диапазоне ЭЭГ после моделирования планируемого сгибания пальцев руки в High режиме (площадь под ROC кривой составила 0,763 ± 0,003, фон 0,666 ± 0,022).

Установленная возможность дифференцировки изменений мощности сенсомоторных ритмов ЭЭГ двухвекторных планируемых движений доминантной руки позволит увеличить набор команд в управлении внешним девайсом интерфейса мозг-компьютер.

## THE EFFECT OF SENSOMOTOR POTENTIATION ON THE MOTOR IMAGINATION AND ITS CORRELATION WITH SENSOMOTOR EEG RHYTHMS

**Sergeeva M.S.<sup>1,2</sup>, Pyatin V.F.<sup>1,2</sup>, Zakharov A.V.<sup>1,2</sup>, Antipov O.I.<sup>2,3</sup>, Korovina E.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Samara State Medical University

<sup>2</sup>Center for breakthrough research "IT – Medicine" SamSMU

<sup>3</sup>Volga State University of Telecommunications and Informatics Samara, Russia, [marsgrgr@yandex.ru](mailto:marsgrgr@yandex.ru)

The purpose of the study – to investigate the changes in the power of sensorimotor EEG rhythms at imagination dual-track movements in the dominant hand in a post-tetanic potentiation. Seven right-handed subjects aged 18-19 years took part in the study who gave their written informed consent. EEG was recorded monopolar using "Neuron – Spectrum – 4 / VPM" system. 17 high-density EEG electrodes were localized according to the system 10-10 in projections of the motor and somatosensory areas of the left hemisphere. EEG was recorded during movement planning in the dominant hand (fingers flexion, elbow flexion) before and after simulation of the planned motor pattern in the dominant hand using the machine for the rehabilitation Power Plate (frequency of the muscle contractions 30 Hz, acceleration of proprioceptors stimulation 18 m / s<sup>2</sup> (Low level), 31 m / s<sup>2</sup> (High level), the simulation time – 30 seconds). During EEG recording participants sat in the dark soundproof room with closed eyes. We used non-parametric and regression statistical analysis of event-related synchronization / desynchronization (ERS / ERD) sensorimotor EEG rhythms: alpha1 (8.0-10.0 Hz), alpha 2 (10,1-12,9 Hz), beta1 (13.0 -19.9 Hz), beta 2 (20,0-35,0 Hz) using IBM SPSS Statistics 22.

Originally, we found the low differentiation in the EEG patterns during imaging dual-track movements in the dominant hand. After simulation of the planned motor pattern in the dominant hand for 30 seconds using the machine for the rehabilitation Power Plate we found an increase in the significance of ERS / ERD planned movements in the dominant hand and the activation area of motor and somatosensory centers of the cerebral cortex. It was noted a significant increase in sensitivity and specificity of power changes in the EEG sensorimotor rhythms. The observed trend was more pronounced in the alpha1-range EEG after simulation of the planned flexion fingers at the High level (the area under the ROC-curve was 0,763 ± 0,003, background 0,666 ± 0,022).

Identification of possibility differentiation changes in the power of sensorimotor EEG rhythms at imagination dual-track movements in the dominant hand will allow to increase number of teams in the brain-computer interface for device management.

### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ БЕЛКОВЫЕ МАРКЁРЫ БИПОЛЯРНОГО АФФЕКТИВНОГО РАССТРОЙСТВА**

**Серегин А.А., Смирнова Л.П., Логинова Л.В., Дмитриева Е.М., Симуткин Г.Г., Иванова С.А.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

"Научно-исследовательский институт психического здоровья", Томск, Россия, apocalips1991@mail.ru

Биполярное аффективное расстройство (БАР) – хроническое рекуррентное психическое заболевание, характеризующееся сменой эпизодов мании и депрессии. В психиатрической практике БАР нередко имеет сходную клиническую картину с другими расстройствами, а диагноз ставится исключительно на основании клинических признаков. Следовательно, актуален поиск биологических маркёров БАР. Был проведен сравнительный протеомный анализ сыворотки крови психически и соматически здоровых лиц, и лиц больных БАР. Сыворотка при помощи аффинной хроматографии очищалась от 6 мажорных белков и разделялась методом одномерного электрофореза, после проведения трипсинолиза и экстракции пептидов из геля белки были идентифицированы при помощи ВЭЖХ/масс-спектрометрии на масс-спектрометре LTQ Velos Thermo Scientific. Результаты проверялись на достоверность при помощи непараметрического точного критерия Фишера с поправкой Йетса. Для выявленного в нашем исследовании белка – транстиретина проводили иммуноферментный анализ сыворотки крови при помощи набора ELISA (Immunodiagnostik AG), достоверность результата проверяли непараметрическим U-критерием Манна — Уитни. В ходе исследования нами выявлены белки, не встречающихся у здоровых лиц: плектин, виментин, дзетта-субъединица NMDA-рецептора, фрагменты нетипичного миозина V и транстиретин, для которого у 4 лиц больных БАР были обнаружены мутации в А цепи, достоверное снижение концентрации транстиретина в сыворотке крови больных БАР (196,3нг/мл [179,1;241,1]) по сравнению со здоровыми лицами (234,5нг/мл [158,3;300,5]) исследуемой методом иммуноферментного анализа скорее всего связано с наличием мутантных аллелей, не выявляемых стандартным набором ИФА. Таким образом, транстиретин может участвовать в патогенезе данного заболевания так как он участвует в регуляции метаболизма нейронов и репликации нейробластов на ранних стадиях онтогенеза, посредством транспорта тиреоидных гормонов, что может быть нарушено при наличии мутации. Другие выявленные нами достоверные отличия в белковом спектре больных БАР могут указывать на феномен «глутаматной эксайтотоксичности». Возможно при гиперактивации глутаматного NMDA-рецептора приводящей к увеличению концентрации кальция внутри клетки, активируются ферменты — кальпаины, разрушающие белки внутриклеточного цитоскелета (плектин, виментин, фрагменты нетипичного миозина V), повреждающие ионные каналы и мембранные рецепторы. В результате активации реакций воспаления увеличивается проницаемость гематоэнцефалического барьера, что и позволяет обнаружить данные белки в сыворотке крови. Выявленные нами белки претендуют на роль биомаркеров БАР

*Работа поддержана грантом РФФ № 14-15-00480 «Поиск ключевых биомаркеров патогенеза социально значимых эндогенных психических расстройств» 2014-2016 гг.*

### **PROTEIN POTENTIAL PATHOGENETIC MARKER OF BIPOLAR AFFECTIVE DISORDER**

**Seregin A.A, Smirnova L.P, Loginova L.V, Dmitrieva E.M, Simutkin G.G., Ivanova S.A.**

Federal state budgetary scientific institution "Research Institute of Mental Health", Tomsk, Russia,  
apocalips1991@mail.ru

Bipolar affective disorder is a chronic, recurrent mental disease, characterized by a change of episodes of mania and depression, which can lead to very serious consequences for the public health and health system in general. In clinical practice, bipolar disorder often has a similar clinical picture with other disorders and laboratory criteria for differential diagnosis of the disease are absent. Consequently, the

relevant search criteria paraclinical diagnostic bipolar disorder. In this study, a comparative proteomic analysis of blood serum of healthy people and people with bipolar disorder patients. By using of affinity chromatography blood serum was purified from six major proteins, and then separated by electrophoresis through according with the method of Laemmli, after was carried trypsinolysis and peptide extraction from the gel, and then proteins were identified by HPLC / MS mass spectrometry instrument LTQ Velos Thermo Scientific. The results were evaluated by means nonparametric Fisher's exact test with Yates correction. For identified in our study of the protein transthyretin, conducted immunosorbent blood serum analysis using a set of ELISA (Immunodiagnostik AG), the accuracy of the results was tested non-parametric U-Mann – Whitney test. During the study, we identified proteins, which do not occur in healthy people: plectin, vimentin, Glutamate [NMDA] receptor subunit zeta 1, fragments of unconventional myosin-v and transthyretin. For us transthyretin protein detected in the course of the study, we have four patients with bipolar disorder, for which mutations in the A-chain were detected. A significant reduction in serum concentrations of transthyretin in patients with bipolar disorder (196,3ng / mL [179.1, 241.1]) compared with healthy men (234, 5 ng / mL [158.3, 300.5]) detected by ELISA, is probably associated with the presence of the mutant allele which is not detected a standard ELISA. In addition, these mutations can lead to amyloidosis. Other significant differences identified by us in the protein spectrum of patients with bipolar disorder may point to phenomenon of the "glutamate of excitotoxicity." Perhaps with hyperactivation of NMDA-glutamate receptor leading to an increase in intracellular calcium concentration, activates enzymes – calpains which destroy intracellular cytoskeletal proteins (plectin, vimentin fragments atypical myosin V), damaging the ion channels and membrane receptors. Because of activation of inflammatory reactions increases the permeability of the blood-brain barrier, which makes it possible to detect the above-mentioned serum proteins. Identified proteins claim the role of biomarkers for bipolar disorder. Confirmation of this can significantly improve the quality of diagnosis of disease and as a consequence the correct selection of the course of therapy, resulting in a significant improvement in quality of life.

*The work is supported by grant RNF № 14-15-00480 «Search key biomarkers pathogenesis of socially significant endogenous of mental disorders» 2014-2016.*

#### **ИЗМЕНЕНИЯ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ КЛЕТОК РЕТИНАЛЬНОГО ПИГМЕНТНОГО ЭПИТЕЛИЯ ЯПОНСКОГО ПЕРЕПЕЛА *COTURNIX JAPONICA* ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ СИНЕГО ОСВЕЩЕНИЯ** **Сережникова Н.Б.<sup>1,2</sup>, Погодина Л.С.<sup>1</sup>, Липина Т. В.<sup>1</sup>, Трофимова Н.Н.<sup>2</sup>, Зак П.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Биологический факультет; Москва, Россия; <sup>2</sup>ФГБУ науки Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН, Москва, Россия; [natalia.serj@yandex.ru](mailto:natalia.serj@yandex.ru)

Специфичность синего света (400 – 470 нм) в патогенном действии на сетчатку и ретикулярный пигментный эпителий (РПЭ) широко известна. Интерес к этой проблеме связан с распространением светодиодных источников освещения с избыточной синей компонентой и непредсказуемыми отдаленными последствиями их использования. Нашей задачей было оценить устойчивость РПЭ разных возрастных групп животных к действию синего света при 2-х режимах экспозиции. Исследование проведено на японском перепеле *Coturnix japonica*, обладающим небольшой продолжительностью жизни и сходными с человеком морфологией сетчатки. С помощью электронной микроскопии и морфометрического анализа исследовано действие сильного однократного (4 Дж/см<sup>2</sup>, 40 минут) и слабого повседневного (1 Дж/см<sup>2</sup>, 15 часов освещения / 9 часов темноты) освещения синим светом (λ440–470 нм) глаз самок *C. Japonica* разного возраста: 9-25 недель (молодые), 35-40 недель (взрослые), 52-55 недель (старые). По нашим данным, наибольшие светиндуцированные изменения после мощного кратковременного синего облучения наблюдались в РПЭ молодых птиц: появление ядер неправильной формы с инвагинациями ядерной оболочки; увеличение численной плотности (Nn) и удельного объема (Vv) митохондрий (в 1,2 раза и в 1,3 раза соответственно), в том числе митохондрий с увеличенной площадью поверхности – кольцевидных и гантелевидных (в 1,8 раза по обоим параметрам); снижение содержания миеоидных телец (в 1,3 раза); деформация базальных отростков. У птиц среднего и старшего возрастов значительных изменений в ультраструктуре клеток РПЭ при этом выявлено не было. Слабое повседневное освещение также оказывало влияние на ультраструктуру клеток РПЭ молодых птиц, вызывая значительные изменения хондриома – увеличение Nn митохондрий (в 1,5 раза), возрастание Nn и Vv видоизмененных митохондрий (в 2,5 и в 1,6 раза соответственно), а также повышалось Nn фагосом (в 1,5 раза). У птиц старших возрастов Nn митохондрий увеличивалось в меньшей степени (в 1,1 раза), а у самых старых птиц повышались ещё и Nn, и Vv видоизменённых митохондрий (в 1,8 и 1,4 раза соответственно). Итак, сопоставление эффектов разных режимов освещения синим светом показало, что в обоих случаях заметные изменения ультраструктуры клеток РПЭ наблюдались, прежде всего, у молодых птиц, причем были более выражены после кратковременного однократного облучения.

*Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (№14-04-01072 и №15-29-0365).*

#### **CHANGES IN THE ULTRASTRUCTURE OF RETINAL PIGMENT EPITHELIUM OF JAPANESE QUAIL *COTURNIX JAPONICA* IN DIFFERENT BLUE LIGHT EXPOSURE MODES** **Serezhnikova N.B.<sup>1</sup>, Pogodina L.S.<sup>1</sup>, Lipina T.V.<sup>1</sup>, Trofimova N.N.<sup>2</sup>, Zak P.P.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Biology, Moscow State University, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Emanuel Institute of Biochemical Physics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [natalia.serj@yandex.ru](mailto:natalia.serj@yandex.ru)

The specificity of the blue spectral range (400 – 470 nm) in the pathogenic action on the retina and on the RPE is widely known. Interest in this issue is associated with the spread of blue light-emitting diodes and unpredictable long-term consequences of their use. The present work is directed to estimate RPE resistance to the action of blue light in 2 exposure modes for different age groups of animals. The Japanese quail *Coturnix japonica*, which has a short lifespan and similar to human retinal morphological parameters, is served as experimental

animal model. Structural changes of RPE were studied by transmission electron microscopy and morphometric analysis after high-intensity single (4 J, 40 min) and low-intensity everyday (1 J, 15-h continuous illumination, 9-h dark break) blue light ( $\lambda$  440–470 nm) irradiation in Japanese quails females of different age groups: 9-25 weeks (young), 35-40 weeks (adult), 52-55 weeks (old). Our results indicated to significant changes in RPE ultrastructure after a powerful short-term blue light irradiation only in young quails: appearance irregular shaped nuclei with invaginations of nuclear envelope; increase in number (Nn) and in relative volume (Vv) of mitochondria (by 1,2 and 1,3 times, respectively), including mitochondria with increased surface square – ring- or dumb-bell shaped (by 1,8 times on both counts); decrease in the content of myeloid bodies (by 1,3 times); disorganization of the basal infoldings. We did not reveal considerable alterations in RPE of adult and old birds after their retina photobleaching. Low-intensity everyday blue light affected the ultrastructure of RPE of young quails, causing significant changes in hondrioma – increase in Nn of mitochondria (by 1,5 times), raising in Nn and Vv of mitochondria of unusual shapes (by 2,5 and 1,6 times, respectively); and also 1,5-fold increase in phagosomes Nn was noted. Nn of mitochondria of older birds increased to a lesser extent (by 1,1), while Nn и Vv of modified mitochondria of the oldest birds raised (by 1.8 and 1.4 times, respectively). So, a comparison of the effects of different modes of blue light illumination showed that in both cases noticeable changes in the ultrastructure of RPE cells were observed, especially in young birds, and were more pronounced after a short-term single exposure.

*This study was done with financial support from the RFBR (grants № 14-04-01072; 15-29-0365).*

### **РОЛЬ ЦЕНТРАЛЬНЫХ 5-HT<sub>4</sub> РЕЦЕПТОРОВ В МЕХАНИЗМАХ АБДОМИНАЛЬНОЙ БОЛИ**

**Сиваченко И.Б., Любашина О.А., Пантелеев С.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН,  
Санкт-Петербург, Россия

Абдоминальная боль – один из основных диагностических критериев функциональных нарушений ЖКТ, в частности синдрома раздраженной кишки (СРК). В основе патологии СРК лежат нарушения серотонинергической передачи в системе взаимодействия кишка-мозг-кишка, что приводит к гиперчувствительности толстого кишечника и аллодинии. Серотонин – один из основных медиаторов, участвующих в контроле ноцицептивных сигналов от кишки к структурам продолговатого мозга, из которых важную роль играет вентролатеральная ретикулярная формация (ВЛРФ), которая участвует в интеграции висцеральных ответов на ноцицептивные стимулы, получает прямой ноцицептивный вход от толстой кишки и является одним из компонентов эндогенной системы нисходящей модуляции проведения болевых сигналов. Среди серотониновых рецепторов 5-HT<sub>3</sub> и 5-HT<sub>4</sub> рецепторы наиболее тесно связаны с механизмами абдоминальной боли и являются основными мишенями при разработке медикаментозных средств ее лечения. Антиноцицептивный эффект агонистов 5-HT<sub>4</sub> рецепторов установлен у больных с СРК, однако механизм их действия остается неясным. Целью настоящей работы было на модели абдоминальной боли на наркотизированных уретаном (1.5 мг/кг, в.в) крысах линии Вистар изучить эффекты активации 5-HT<sub>4</sub> рецепторов на реакции нейронов ВЛРФ, вызванные ноцицептивным колоректальным растяжением (КРР) давлением 80 мм.рт.ст. Активация 5-HT<sub>4</sub> рецепторов осуществлялась введением их агониста BIMU8 в дозах 0.5 – 2.0 мг/кг, в.в. Блокада центральных 5-HT<sub>4</sub> рецепторов осуществлялась внутрижелудочковым введением антагониста этих рецепторов GR 113,808 в дозе 10 мкг/мл за 10 мин до введения агониста. Регистрировались реакции нейронов ВЛРФ на ноцицептивное КРР до и через фиксированные интервалы времени после введения BIMU8, а также на фоне действия антагониста. Установлено, что введение BIMU8 дозозависимо тормозит реакции нейронов ВЛРФ и уменьшает депрессорные реакции на ноцицептивное КРР, что рассматривается как показатель антиноцицептивного действия активации 5-HT<sub>4</sub> рецепторов. Эти эффекты значительно уменьшались на фоне блокады центральных 5-HT<sub>4</sub> рецепторов. В докладе обсуждается роль супраспинальных 5-HT<sub>4</sub> рецепторов в формировании реакций нейронов ВЛРФ и изменений артериального давления в ответ на ноцицептивное раздражение толстой кишки.

### **THE ROLE OF CENTRAL 5-HT<sub>4</sub> RECEPTORS IN MECHANISMS ABDOMINAL PAIN**

**I.B. Sivachenko, O.A. Lyubashina, S.S. Panteleev**

Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

Abdominal pain – one of the major diagnostic criteria of functional gastrointestinal disorders, in particular irritable bowel syndrome (IBS). The pathology of IBS are based on disturbances in serotonergic transmission system interaction gut-brain-gut, which leads to hypersensitivity gut and allodynia. Serotonin – one of the main mediators involved in the control of nociceptive signals from the gut to the medulla structures, of which plays an important role ventrolateral reticular formation (VLRf), which is involved in the integration of visceral responses to nociceptive stimuli, receives direct nociceptive input from the colon and it is one component of the endogenous system descending modulation of pain signals. Among the serotonin receptors 5-HT<sub>3</sub> and 5-HT<sub>4</sub> receptors are most closely associated with mechanisms of abdominal pain and are the main targets in the development of drugs to treat. Antinociceptive effect agonist of 5-HT<sub>4</sub> receptors established in patients with IBS, but their mechanism of action remains unclear. The aim of this work was on the model of abdominal pain in the necrotic urethane (1.5 mg / kg, intravenously) Wistar rats to study the effects of the activation of 5-HT<sub>4</sub> receptors on neurons VLRf reaction caused by nociceptive rectal distension of 80 mm Hg. Activation of the 5-HT<sub>4</sub> receptor agonist carried introduction BIMU8 in doses of 0.5 – 2.0 mg / kg i.v. The blockade of central 5-HT<sub>4</sub> receptor antagonist carried intraventricular administration of GR 113,808 receptors in a dose of 10 ug / ml for 10 min prior to the agonist. Reaction neurons VLRf on nociceptive rectal distension recorded before and at fixed intervals after administration BIMU8, as well as background the action of the antagonist. The introduction BIMU8 dose-dependently inhibits the neuronal VLRf reaction and reduces depressor responses to nociceptive rectal distension, which is considered as a measure of

antinociceptive action of activating 5-HT<sub>4</sub> receptors. These effects are greatly reduced by the background of the blockade of central 5-HT<sub>4</sub> receptors. The report discusses the role of supraspinal 5-HT<sub>4</sub> receptors in forming neurons VLRG reaction and blood pressure changes in response to nociceptive stimulation colon.

## ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНОГО ИНТЕРФЕЙСА

Сидоренко А.В., Солодуха Н.А.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, SidorenkoA@yandex.ru

На сегодняшний день все более широкое распространение получает применение нейрокомпьютерных интерфейсов. Нейрокомпьютерный интерфейс – это искусственная система, которая не использует обычные выводящие пути тела (нейромышечную систему), предлагая альтернативу обычному контролю и коммуникации. Вместо использования периферических нервов и мышц нейрокомпьютерный интерфейс напрямую измеряет активность мозга, связанную с намерением пользователя и транслирует записанную активность мозга в виде соответствующего управляющего сигнала, определяемого применением нейрокомпьютерного интерфейса.

Развитие нейрокомпьютерного интерфейса привело к тому, что в нем стало возможно выделить несколько этапов: измерение сигнала, преобработка сигнала, классификация сигнала и изъятие параметров, взаимодействие с компьютером, обратная связь. Некоторые этапы, такие как регистрация сигнала и взаимодействие с компьютером, являются строго необходимыми для функционирования нейрокомпьютерного интерфейса, а некоторые этапы появились позднее для обеспечения лучшей работы нейрокомпьютерного интерфейса.

В теории, нейрокомпьютерный интерфейс может использовать сигналы мозга, записанные множеством методик. Однако только запись электрического поля является применимой практически в клинической практике в ближайшем будущем. Разделяют три альтернативных метода регистрации: электроэнцефаллограмма (ЭЭГ), электрокортикограмма (ЕСоG), а также регистрация потенциалов действия нейронов (LFP). Любое изменение напряжения, которое может быть зарегистрировано с помощью этих методов регистрации, может составлять характеристику мозгового сигнала, полезную для нейрокомпьютерного интерфейса. Также необходимо отметить, что все более широкое распространение получают нейрокомпьютерные интерфейсы на основе инфракрасной спектроскопии [1].

Компоненты сигналов мозга, которые отражают намерение пользователя, являются полезными, в то время как остальные компоненты можно рассматривать как шум. Для выделения полезных сигналов и используется преобработка. Преобработка важна для большинства нейрокомпьютерных интерфейсов, потому что эффективный метод преобработки увеличивает соотношение сигнал/шум и пространственное разрешение, что в последующем увеличивает производительность нейрокомпьютерных интерфейсов. Пространственная и временная фильтрация – это общие методы преобработки, используемые в большинстве нейрокомпьютерных интерфейсов. Методами пространственной фильтрации являются средневзвешенная система отведений либо схема отведений Лапласа, а также различные линейные преобразования: общие пространственные изображения, метод анализа главных компонент, метода анализа независимых компонент. Временная фильтрация также известна как частотная или спектральная фильтрация с помощью некоторого полосового фильтра. Наиболее часто используется полосовой фильтр на 8-12Гц (для нейрокомпьютерных интерфейсов на основе мю ритма) и полосовой фильтр на 18-26Гц (для нейрокомпьютерных интерфейсов на основе бета ритма). Также, в случае нейрокомпьютерных интерфейсов на основе Р300, может использоваться полосовой фильтр в диапазоне 0,1-20Гц. Низкочастотные сигналы мозга обычно отфильтровываются для удаления шума, связанного с морганием, измерения сопротивления кожи из-за потения и т.п.

После преобработки происходит извлечение параметров, на основе которых и осуществляется отслеживание изменений состояния пользователя нейрокомпьютерного интерфейса. Наиболее широко распространены следующие параметры: вызванные потенциалы (зрительные, слуховые, соматосенсорные), потенциал Р300, медленные кортикальные потенциалы, сенсорно-двигательные ритмы), событийно-обусловленная синхронизация и десинхронизация (ERD/ERS), определенный диапазон частот (например, бета или мю ритм), фрактальная размерность. Необходимо отметить, что данных параметров довольно много, и выбор того или иного параметра обусловлен сферой применений нейрокомпьютерного интерфейса.

Взаимодействие с компьютером подразумевает преобразование извлеченных параметров в команды. Примером команды может быть выбор буквы или движение курсора. Чаще всего к собранной тренировочной информации применяются методы машинного обучения. Для обучения нейрокомпьютерного интерфейса используется обратная связь с пользователем. Классификационный алгоритм определяется как алгоритм, который включает построение модели из тренировочных данных таким образом, чтобы эта модель могла быть использована для классификации новых данных, которые не включены в тренировочные данные. Иногда вместо (либо вместе с) классификационных методов применяются регрессионные методы. Регрессионный метод – это алгоритм, который строит функциональную модель (модель функции) из тренировочных данных, чтобы предсказывать значения функции для новых входных данных. Для определения эффективности нейрокомпьютерного интерфейса используются такие параметры как: количество электродов, время тренировки, скорость работы и адаптируемость. Оптимизация работы нейрокомпьютерного интерфейса (посредством уменьшения тренировочной выборки и определения наилучших параметров) возможна с помощью ROC-кривой либо с помощью кросс-валидации.

Применение нейрокомпьютерного интерфейса включает: компьютерные игры, мобильные приложения, нейрореабилитацию и помощь людям с ограниченными возможностями, мониторинг состояния мозга и сердца. Особенно следует отметить пациентов, страдающих боковым амиотрофическим склерозом (БАС). В данной ситуации управление внешними устройствами возможно только через нейрокомпьютерный интерфейс.

На сегодняшний день проблемой является то, что в большинстве других случаев нейрокомпьютерный интерфейс не может предоставить эффективный контроль из-за недостаточной надежности и низкой пропускной способности. Поэтому на сегодняшний момент классические протезы являются более удобными в применении [2].

#### **Литература**

Ward T.E. Wolpaw J.R. Hybrid Optical–Electrical Brain Computer Interfaces, Practices and Possibilities / T.E. Ward // Towards Practical Brain-Computer Interfaces: Bridging the Gap from Research to Real-World Applications / B.Z. Allison, S. Dunne, R. Leeb, J.D. R. Millán, A. Nijholt – Berlin, Heidelberg, 2012 – P. 17-38.  
Wolpaw J.R. Brain Signals for Brain–Computer Interfaces / J.R. Wolpaw, C.B. Boulay // Brain–Computer Interfaces: Revolutionizing Human–Computer Interaction / B. Graimann, B. Allison, G. Pfurtscheller – Berlin, Heidelberg, 2010 – P. 29-46.

### **BRAIN-COMPUTER INTERFACE. PRINCIPLES OF OPERATION**

**Sidorenko A.V., Solodukho N.A.**

Belarusian State University, Minsk, Belarus, SidorenkoA@yandex.ru

Nowadays brain-computer interfaces (BCIs) find more and more extensive applications. BCI is an artificial system that bypasses such body's normal efferent pathways as the neuromuscular output channels offering an alternative for the natural control and communication. Instead of depending on peripheral nerves and muscles, BCI directly measures the brain activity associated with the user's intent and translates the recorded brain activity into the corresponding control signals for the use of BCI.

With the improvement of BCI, its functions can be divided into several steps: signal recording, signal preprocessing, signal classification and feature extraction, interaction with a computer, feedback. Some of these steps (signal recording and interaction with a computer) are absolutely necessary but some of them have been developed later for better operation of BCI.

Theoretically, BCI may use signals recorded by a variety of methods. But only recording of electric fields will be applicable in clinical practice in the nearest future. We can distinguish between three alternative recording methods: electroencephalography (EEG), electrocorticography (ECoG), and also neuron local field potential (LFP) registration. Any change in the potential that can be recorded with the help of these three methods may be a useful feature of the brain signal for BCI. Also, it should be noted that BCIs based on the functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) become increasingly widespread [1].

The brain signal components showing some intention of a user are useful, while other components can be considered as a noise. For extraction of these useful signals, the preprocessing is used. The preprocessing is important for the majority of BCIs, because the effective preprocessing method increases a signal/noise ratio and spatial resolution and hence improves the performance of BCIs. Spatial filtering and temporal filtering are the preprocessing methods generally used in many BCIs. Methods of spatial filtering include the common average reference and Laplacian reference, and also various linear transformations such as common spatial patterns (CSP), principle component analysis (PCA) or independent component analysis (ICA). Temporal filtering also known as frequency and spectral filtering is realized by means of some band-pass filter. The most commonly used band-pass filters are 8-12Hz filter (for the mu-rhythm based BCIs) and 18-26Hz filter (for the beta-rhythm based BCIs). In the case of BCIs based on P300 one can use a 0.1-20Hz band-pass filter. The lower frequency signals are generally related to eye blinks and other artifacts such as amplifier drift or changes in the skin resistance due to sweat. As a rule, the lower frequency brain signals are filtered away to remove noise.

After the preprocessing, the feature extraction follows. Based on the extracted features, the BCI user state is monitored. Most commonly used are the following features: evoked potentials (visual, auditory, somatosensory, P300, slow cortical potentials, signals from the motor cortex), event-related desynchronization/synchronization (ERD/ERS), particular frequency band (e.g. mu or beta), and fractal dimension. Note that these features are fairly numerous, their selection being dependent on the special application of BCI.

The interaction with a computer means the transformation of the extracted features into commands. To illustrate, a command may be the character selection or a cursor motion. Mostly, machine learning is applied to the collected data. The feedback is used for BCI training. A classification algorithm is defined as that involving the construction of a model from the training data so that the model can be used to classify new data not included in these training data. Sometimes, instead of a classification algorithm, a regression algorithm is used. A regression algorithm is defined as that building a functional model from the training data in order to predict the function values for new inputs. The following parameters are used to determine the efficiency of BCI: electrode numbers, training time, speed, and adaptability. The operation of BCI may be optimized (by decreasing the amount of training data and by selection of the best features) with the use of the cross-validation or the ROC curve.

The applications of BCI include computer games, mobile applications, neurorehabilitation, helping people with disabilities, brain and heart state monitoring. It is worth mentioning the help to the people with locked-in syndrome when the control of external devices is possible only by means of BCI.

At the present time the problem is that in many other cases BCI offers inadequate control because of its insufficient reliability and information transfer rate, making classical prostheses more user-friendly in application [2].

#### **References**

Ward T.E. Wolpaw J.R. Hybrid Optical–Electrical Brain Computer Interfaces, Practices and Possibilities / T.E. Ward // Towards Practical Brain-Computer Interfaces: Bridging the Gap from Research to Real-World Applications / B.Z. Allison, S. Dunne, R. Leeb, J.D. R. Millán, A. Nijholt – Berlin, Heidelberg, 2012 – P. 17-38.  
Wolpaw J.R. Brain Signals for Brain–Computer Interfaces / J.R. Wolpaw, C.B. Boulay // Brain–Computer Interfaces: Revolutionizing Human–Computer Interaction / B. Graimann, B. Allison, G. Pfurtscheller – Berlin, Heidelberg, 2010 – P. 29-46.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ БИОЭНЕРГЕТИКИ МИТОХОНДРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЯДЕРНЫХ ЭРИТРОЦИТОВ РЫБ

Силкин Ю.А.<sup>1</sup>, Коротков С.М.<sup>2</sup>, Силкина Е.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное учреждение науки «Карадагская научная станция им.Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН» <sup>2</sup>Федеральное государственное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН

Ядерные эритроциты рыб являются полноценными клетками, которые обеспечивают свои энергетические потребности за счет гликолиза и аэробного дыхания митохондрий. В отличие от них безъядерные эритроциты млекопитающих не имеют митохондрий, и энергетика этих клеток обеспечивается исключительно за счет гликолитического распада глюкозы в цепи ферментативных превращений. Несмотря на то, что ядерные эритроциты доминируют в подтипе хордовых и осуществляют газотранспортную функцию у представителей всех классов за исключением, млекопитающих, исследования биоэнергетики их митохондрий относятся к малоизученной области.

В связи с этим, основная цель данного исследования состояла в расширении и углублении представлений о биоэнергетических особенностях митохондриальной дыхательной цепи (МДЦ) ядерных эритроцитов двух видов рыб. Объектами исследований служили эритроциты хрящевой рыбы – морской кот (*Dasyatis pastinaca* L.) и морской костистой рыбы – скорпены (*Scorpaena porcus* L.). Скорости поглощения кислорода (дыхание) суспензии эритроцитов (пг-моль O<sub>2</sub>/мин • 10<sup>6</sup> клеток) измеряли полярографическим методом с применением закрытого платинового электрода Кларка на анализаторе Эксперт-001 (НПО "Эконикс эксперт", Москва, Россия) при 26°C в ячейке объемом 1.2 мл. Предварительные эксперименты показали, что дыхание ядерных эритроцитов рыб в присутствии субстратов I-го комплекса (глутамата и малата) заметно ускорялось после добавления в среду 2,4-динитрофенола (классического разобщителя окислительного фосфорилирования) и ингибировалось ротеноном. Далее, после добавления в среду субстрата II-го комплекса сукцината, дыхание снова возобновлялось и окончательно было ингибировано азидом натрия. При работе с цельными клетками в нашей лаборатории разработана методика повышения проницаемости мембраны эритроцитов с использованием дигитонина. Только в присутствии дигитонина дыхание эритроцитов ускорялось после внесения в среду АДФ и заметно ингибировалось олигомицином – ингибитором митохондриальной H<sup>+</sup>-АТФ-синтазы. Проведенные исследования открывают перспективу изучения МДЦ на цельных ядерных эритроцитах рыб и помогут в решении вопроса о соотношении аэробного дыхания и гликолиза в этих клетках.

## INVESTIGATION OF MITOCHONDRIAL COMPLEX NUCLEATED RED CELLS BIOENERGY OF FISH Silkin YU.A.<sup>1</sup>, Korotkov S.M.<sup>2</sup>, Silkin E.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State Institution of Science "Karadag scientific station im.T.I.Vyazemskogo – Nature Reserve of the Russian Academy of Science"; <sup>2</sup>Federal State Institution of Science "Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of the Russian Academy of Science"

Nucleated red cells are full functional cell of fish that assure their energy needs through glycolysis and aerobic respiration of mitochondria. In contrast, the non-nuclear mammalian red blood cells do not have mitochondria, and the power of these cells are provided solely by glycolytic breakdown of glucose in a chain of enzymatic reactions. Despite the fact that the nuclear red blood cells dominate the subtype of chordates and carry out the function of gas transport from the representatives of all classes with the exception of mammals, the study of their mitochondrial bioenergetics refers to a little-known area.

In this regard, the main objective of this study was to broaden and deepen concepts of bioenergetic features of the mitochondrial respiratory chain (MRC) nucleated red cells of two species of fish. The objects of research were the red blood cells of cartilaginous fish – common stingray (*Dasyatis pastinaca* L.) and sea bony fish – scorpion fish (*Scorpaena porcus* L.). oxygen uptake rate (breathing) erythrocyte suspension (m-mol O<sub>2</sub> / min • 10<sup>6</sup> cells) was measured by the polarographic method using a closed platinum Clark electrode analyzer Expert 001 (NGO "Ekoniks expert", Moscow, Russia) at 26 °C in a cell volume of 1.2 mL. Preliminary experiments have shown that breath of fish nucleated red cells in the presence of substrates I-th complex (glutamate and malate) is noticeably accelerated after the addition in the media of 2,4-dinitrophenol (classical uncoupler of oxidative phosphorylation) and inhibited by rotenone. Then, after the addition of the substrate in the media of complex II-succinate, breathing again resumed and finally it was inhibited by sodium azide. When working with whole cells in our laboratory technique erythrocyte membrane permeabilization with digitonin was developed. Only in the presence of digitonin breath of erythrocytes accelerated after the introduction of ADP in the media and markedly inhibited by oligomycin – an inhibitor of mitochondrial H<sup>+</sup> -ATP synthase. The research opens the prospect of studying in the MRC whole nuclear erythrocytes of fish and help in resolving the issue of the relationship between aerobic respiration and glycolysis in these cells.

## ПОБОЧНЫЙ ЭФФЕКТ ВЛИЯНИЯ БИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО СВЧ РАДИОКАНАЛА НА КАРДИОРИТМИКУ ЧЕЛОВЕКА

Симаков А.Б.<sup>1</sup>, Бочаров Ю.И.<sup>1</sup>, Водохлебов И.Н.<sup>1</sup>, Гурковский Б.В.<sup>1,2</sup>, Журавлев Б.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ (НИЯУ МИФИ), Москва, Россия, [absimakov@mephi.ru](mailto:absimakov@mephi.ru); <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «НИИ нормальной физиологии им. П.К.Анохина» (НИИ НФ), Москва, Россия.

Биорадиотелеметрия один из основных способов регистрации физиологических параметров человека в свободном поведении, а кардиосигнал является самым информационным параметром при оценке его психофизиологического состояния. Традиционно считалось, что малые мощности биорадиотелеметрических передатчиков не оказывают влияния на сердечнососудистую систему (ССС)



человека. Однако в последнее десятилетие появилось множество работ, показывающих, что даже слабые электромагнитные поля меняют индивидуальные параметры кардиограммы. Для оценки этого паразитного артефакта в данной работе использовались новая экспериментальная методика и технические средства. Объектами исследования являлись 25 добровольцев, при соблюдении всех этических норм и правил безопасности. Использовался слепой метод, объект располагался в хорошо экранированной комнате и облучался внешне контролируемым СВЧ полем в рамках и диапазонах современной мобильной связи (GSM стандарт: 930 – 960 МГц; поток энергии менее 50  $\mu\text{Вт}/\text{см}^2$ ). Одновременно регистрировалась кордиоинтервалограмма (КИГ), которая затем обрабатывалась современными средствами анализа variability сердечного ритма (BCP). Исследования проведены для трех моделей телеметрического канала, отличающихся временными протоколами работы. Протоколы включали в себя пятиминутный фоновый контроль до СВЧ облучения и заканчивались таким же фоновым контролем после СВЧ воздействия. Первый протокол моделировал быстрый обмен данными по радиоканалу: длительность одного сеанса облучения объекта составляла одну минуту с минутным перерывом, а затем пятикратное повторение сеанса. Второй протокол – сеанс три минуты с трехминутным перерывом и трехкратным повторением сеанса облучения. Третий протокол – модель длительного шестиминутного сеанса без повторения. При анализе BCP применялись три метода представления и оценки результатов: гистограммы распределения интервалов, спектральные функции BCP, автокорреляционные функции КИГ. Проведенные исследования показали: при измерениях по первому протоколу не обнаружено изменений кардиоритма у испытуемых; при втором протоколе у 70 % испытуемых ритм учащался на 3 – 4 удара/сек; при третьем протоколе у 86 % испытуемых отмечались индивидуальные изменения BCP и у 28% они не исчезали через пять минут после воздействия. Следовательно, для уменьшения артефактов биорадиотелеметрии целесообразно накапливать и передавать данные в импульсном режиме с большой скважностью.

**A SIDE EFFECT OF MICROWAVE BIOTELEMETRY ON HUMAN CARDIORHYTHMIC**  
**Simakov A.B.<sup>1</sup>, Bocharov Yu.I.<sup>1</sup>, Vodokhlebov I.N.<sup>1</sup>, Gurkovskiy B.V.<sup>1,2</sup>, Zhuravlev B.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>National Research Nuclear University "MEPhI", Moscow, Russia ([absimakov@mephi.ru](mailto:absimakov@mephi.ru));

<sup>2</sup>Research Institute of Normal Physiology, PK Anokhin; Moscow, Russian;

Bio-radio-telemetry is the one of the main techniques of human's physiological parameters monitoring in free behavior and a cardio-signal is the most informative parameter in an assessment of human psycho-physiological state. Traditionally, it was believed, that low power telemetry transmitters had no effect on the human cardiovascular system (CVS). However, in the last time, it was shown that even weak electromagnetic fields (EMF) change individual cardiogram's parameters. To investigate this artifact we used the new experimental method and instruments. 25 volunteers were as the objects of these researches, in compliance with all ethical standards and safety regulations. The object was located in well-shielded room and "blind" irradiated by externally controlled microwave field within the range of modern mobile communications (GSM Standard: 930 – 960 MHz, the energy flow less than 50  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ). Simultaneously a cardio-interval-gram (CIG) was recorded, and then processed with the advanced methods of heart rate variability (HRV) analysis. The work of modern radio telemetry was simulated by three timing protocols. All protocols started with five minutes background control, and ended in the same back-end control after microwave effects. The first protocol is simulated the rapid data radio transmission: the duration of one exposure session was one minute with a minute break, and then a five-time repetition of the session. Second protocol: three minutes of radiation session with a three-minute break and a three-time repetition of the radiation session. Third protocol is a model of the six-minute long session without repetition. The analysis of HRV applied three methods of presentation and evaluation: the distribution of the histogram intervals, the spectral functions of HRV; autocorrelation function of CIG.

The experimental researches have shown: at the first protocol the cardiac rhythm detected no change; at the second protocol the 70% of subjects had the rhythm rate acceleration on 3 – 4 beats/sec; in the third protocol almost 86% of the subjects had the individual drift of HRV and for 28% of them the drift did not disappear in five minutes after exposure.

Therefore, the reduction of bio-radio-telemetry artifacts is possible by previous accumulation and transmission data in a pulsed mode with a large duty cycle.

**ИЗМЕНЕНИЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ВОСПРИЯТИИ МУЗЫКИ**  
**РОССИЙСКИМИ И КИТАЙСКИМИ ЖЕНЩИНАМИ В РАЗНЫХ НЕЙРОГУМОРАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ**  
**Симакова И.Н.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Российской академии образования  
«Психологический институт», Москва, Россия; [Simakovain@yandex.ru](mailto:Simakovain@yandex.ru)

В исследовании приняли участие 20 российских и 17 китайских женщин – студентов музыкального факультета МПГУ. В зависимости от нейрогуморального статуса все участницы на основании самоотчетов была разделены на 2 группы: находящиеся на предовуляторной и постовуляторной фазах менструального цикла. Параллельная запись ЭЭГ (в отведении Pz) и ЭМГ мышц лба проводилась в течение 2 мин. при закрытых и 1 мин. при открытых глазах в покое и при прослушивании трех фрагментов музыкальных произведений (фрагменты аутентичного фольклора восточно-славянской и китайской традиции цинь и европейской скрипичной классики (Паганини)).

Прослушивание восточно-славянской музыки привело к достоверному увеличению мощности в низкочастотном альфа-диапазоне в обеих группах (по сравнению с состоянием покоя), что свидетельствует об усилении процессов непроизвольной релаксации (Bazanova, 2003). Интересно, что вышеописанные изменения в разных этнических выборках проявились на разных фазах менструального цикла: в российской группе – на предовуляторной фазе, в китайской – на постовуляторной.



Сходные данные были получены и для ширины низкочастотного альфа-диапазона как ЭЭГ-показателя креативности (Bazanova, Aftanas, 2008): достоверное его расширение при прослушивании европейской и восточно-славянской музыки на предовуляторной фазе менструального цикла у российских женщин и на постовуляторной – у китайских.

Прослушивание восточно-славянского и китайского музыкальных фрагментов привело к увеличению мощности в высокочастотном альфа-диапазоне в обеих этнических группах на постовуляторной фазе менструального цикла, что по литературным данным соответствует усилению когнитивного (сознательного) контроля (Bazanova, Vernon, 2013).

Российские и китайские женщины продемонстрировали сходную динамику ЭМГ при прослушивании музыки: восприятие всех музыкальных произведений сопровождалось снижением напряжения мышц лба при открытых глазах, более выраженным на предовуляторной фазе менструального цикла, что указывает на уменьшение уровня психоэмоционального напряжения слушателя (Nahar, 2011).

Таким образом, изменения психофизиологических показателей в группах российских и китайских женщин при прослушивании музыки в большей степени зависели от нейрогуморального статуса, чем от этнической принадлежности и темпорально-ритмических характеристик музыкальных фрагментов.

### **CHANGE OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS DURING MUSIC PERCEPTION BY RUSSIAN AND CHINESE FEMALES IN DIFFERENT NEUROHUMORAL STATES**

**Simakova I.N.**

Psychological Institute, Russian Academy of Education, Moscow, Russia, [Simakovain@yandex.ru](mailto:Simakovain@yandex.ru)

The study involved 20 Russian and 17 Chinese females – musical students of Moscow State pedagogical University. According to the self-reports all female participants were divided in two subgroups: those who were at pre-ovulatory and those who were at post-ovulatory phases of the menstrual cycle. EEG in Pz and surface forehead muscle EMG were recorded during 2 min eyes closed and 1 min eyes open conditions in four states: "rest", listening 3 pieces of music similar in timbre and tempo-rhythmic shape: Paganini capriccio, Russian and Chinese ethno-music.

During listening Russian ethnic music alpha power in low frequency range as an EEG sign of involuntary relaxation (Bazanova, 2003) significantly increased in both Russian and Chinese groups. It is interesting that in Russian group alpha-1 power increase on the pre-ovulatory phase whereas in Chinese group – on the post-ovulatory phase.

Similar reliable data have been received concerning the alpha-1 band width that is the EEG index of creativity (Bazanova, Aftanas, 2008) – it enhances in Russian females on the pre-ovulatory phase and in Chinese female subjects on the post-ovulatory phase in response to listening classical Paganini and Russian ethno-music.

Alpha power in upper frequency range as an index of cognitive control (Bazanova, Vernon, 2013) increased in response to listening both Russian and Chinese ethno-music in Russian and Chinese females only on the post-ovulatory phase.

Both Chinese and Russian females demonstrated similar EMG dynamics during listening all kinds of musical fragments: EMG decreasing with eyes open was more pronounced on the pre-ovulatory phase of the menstrual cycle. These data show decreasing of mental and emotional stress level during listening music (Nahar, 2011).

Thus, change of psychophysiological indices during music perception by Russian and Chinese females more depends on the neurohumoral state than on ethnicity and temporal-rhythmic shape of musical fragments.

### **РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННЕГО ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В СОМАТОСЕНСОРНОЙ КОРЕ НОВОРОЖДЕННЫХ КРЫСЯТ**

**Синцов М. Ю.<sup>1</sup>, Сучков Д.С.<sup>1</sup>, Мухтаров М.Р.<sup>1</sup>, Хазипов Р.Н.<sup>1,2</sup>, Минлебаев М.Г.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Лаборатория "Нейробиология развития", Казанский федеральный университет, Казань, Россия; <sup>2</sup> Средиземноморский институт нейробиологии INMED – INSERM U901, Франция; [MJSincov@kpfu.ru](mailto:MJSincov@kpfu.ru)

При изучении работы мозга, как в фундаментальных, так и в прикладных исследованиях активно применяют методы функционального картирования. Один из таких методов основан на регистрации внутреннего оптического сигнала (ВОС), который заключается в измерении интенсивности света при рассеянии на коре мозга. И хотя ВОС, как и уровень зависимости уровня кислорода в крови (ЗУКВ) сигнала фМРТ, ассоциируют с гемодинамическим ответом связанным с нейрональной активностью, в предыдущих исследованиях нами было установлено наличие ВОС на крысятах при тех возрастах, когда ЗУКВ-сигнал не проявляется. Возможными причинами такого противоречия может служить как разница в природе ВОС и ЗУКВ сигналов, так и в недостаточной чувствительность метода фМРТ у новорожденных крысят. Чтобы разрешить это противоречие, мы провели *in vivo* исследования на крысятах под анестезией возрастом до 3 недель, в котором регистрировали ВОС в ответ на стимуляцию усов. С помощью соответствующей предобработки сигнала нам удалось наблюдать ВОС начиная с P3 возраста крысенка (P0 соответствует рождению). Анализ профиля развития ВОС показал, что оптимальная частота стимуляции, на котором достигается наибольший ВОС, напрямую коррелирует с возрастом животного: чем взрослее животное, тем выше оптимальная частота стимуляции. Также мы обнаружили, что зависимость амплитуды ВОС от возраста является колоколообразной и достигает своего максимума на возрастах P9-P10. При одновременной регистрации ВОС и внеклеточной электрической активности ткани мы показали, что ВОС является результатом нейрональной активности. Вывод: в новорожденных крысятах ВОС и ЗУКВ-сигналы имеют разную природу, поэтому именно ВОС является наиболее подходящим инструментом для картирования мозга на малых возрастах.

## DEVELOPMENT OF INTRINSIC OPTICAL SIGNAL IN SOMATOSENSORY CORTEX OF NEONATAL RAT

Sintsov M.J.<sup>1</sup>, Suchkov D.S.<sup>1</sup>, Mukhtarov M.R.<sup>1</sup>, Khazipov R.N.<sup>1,2</sup>, Minlebaev M.G.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> IAL Developmental neurobiology, Kazan Federal University, Russia; <sup>2</sup> INMED – INSERM U901, France;  
MJSincov@kpfu.ru

Functional imaging is a perspective and promising way to study how the brain works. Modern imaging techniques are widely used both in clinic and fundamental science. One of the imaging techniques is based on registration of intrinsic optical signal (IOS), which is considered to be a functional analogue to the BOLD fMRI, i. e. both techniques are registering hemodynamic responses in active region. However we have already shown a presence of IOS in neonatal rats, whereas BOLD fMRI response appears significantly later in development, thus raising a question whether both techniques use similar parameters of active tissue. To answer it we focused on detection and analysis of IOS in vivo in anesthetized newborn rats using whisker stimulation during first three weeks after birth. To improve signal-noise ratio of IOS we used video preprocessing (light and motion corrections, spatial and temporal filtering), which allowed us to observe IOS presence since P3 (P0 corresponds to the day of birth). Analysis of developmental profile revealed significant correlation between optimal stimulation and animal age: the older the animal the more frequent stimulation it supports. The bell shape of IOS dependence on age with maximum at P9-P10 was equally found. We performed simultaneous IOS and EEG recording from the principal barrel and established a relationship between IOS and electrical neuronal activity. Our findings suggest that in neonatal rats IOS and fMRI have different origins, thus making IOS suitable for brain imaging early in development.

## НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫЕ ЭФФЕКТЫ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ С АНТИОКСИДАНТНЫМ ДЕЙСТВИЕМ

Скачилова С.Я.<sup>1</sup>, Шилова Е.В.<sup>1</sup>, Воронина Т.А.<sup>2</sup>, Яснецов В.В.<sup>1</sup>, Шилов В.П.<sup>1</sup>

Акционерное общество «Всероссийский научный центр по безопасности биологически активных веществ», г. Старая Купавна, Московская обл., Россия, [vnc@pc-club.ru](mailto:vnc@pc-club.ru); ФГБУ «Научно-исследовательский институт фармакологии» им. В.В. Закусова, г. Москва, Россия, [zakusovpharm@mail.ru](mailto:zakusovpharm@mail.ru)

Широкое применение в медицинской практике препаратов, обладающих антиоксидантной активностью, обусловлено их защитным действием от различных экстремальных факторов: техногенные, высокие и низкие температуры окружающей среды, гипоксические состояния, окислительные стрессы и др. Значительная часть лекарственных средств, обладающих антиоксидантной активностью, относятся к гетероциклическим соединениям: производные 3-гидроксипиридина (эмоксипин, мексидол), производные бензотиазола (прамипексол и др.), производные имидазола (бемитил, этимизол и др.). Нами синтезированы биологически активные вещества с производными аминокислот и бидентатными анионами: аспарагиновая, N-ацетилглутаминовая, N-ацетиламиноуксусная, гидроксиянтарная. Вещества изучены на различных моделях гипоксии, ишемии мозга, амнезии. Соединение «эмопаг» на различных моделях гипоксии (острая нормобарическая, гипоксическая с гиперкапнией, гемическая, гистотоксическая, гипобарическая) проявляет отчетливую антигипоксическую активность в дозе 10 мг/кг и 30 мг/кг при введении внутрибрюшинном белым нелинейным мышам-самцам. На моделях ишемии мозга (перевязка обеих сонных артерий, тотальная ишемия с гравитационными перегрузками,) в дозах 10 мг/кг и 30 мг/кг проявляет выраженную активность защиты мозга от ишемии при внутрибрюшинном введении крысам линии Вистар. Показано, что «эмопаг» способен оказывать прямое влияние на нейроны разных структур головного мозга, в том числе гиппокампа. При этом возбуждающее действие «эмопага» на корковые нейроны реализуется преимущественно через AMPA-рецепторы. Эти свойства «эмопага» могут быть связаны с центральным действием, в том числе, на высшие интегративные функции мозга и в их защите от различных экстремальных воздействий. Соединения с аспарагиновой и N-ацетиламиноуксусной кислотами кроме антиоксидантной активности проявили актопротекторную, антиамнестическую и термопротекторную активность.

## NEUROPROTECTIVE EFFECTS OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS WITH ANTIOXIDATIVE ACTION

Skachilova S.Ya.<sup>1</sup>, Shilova E.V.<sup>1</sup>, Voronina T.A.<sup>2</sup>, Yasnetsov V.V.<sup>1</sup>, Shilov V.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Research Center on Biologically Active Compounds, Starava Kupavna Moscow region, Russia, [vnc@pc-club.ru](mailto:vnc@pc-club.ru); FGBI «Institute of Pharmacology named after V.V. Zakusov» Moscow, Russia, [zakusovpharm@mail.ru](mailto:zakusovpharm@mail.ru)

Wide use in clinical practice of medicines with antioxidant activity is due to their protective action against various extreme factors such as anthropogenic, high and low ambient temperature, hypoxic conditions, oxidative stress, etc. Significant part of medicines with antioxidative activity are heterocyclic compounds: derivatives of 3-hydroxypyridine (Emoxipin, Mexidol), benzothiazole derivatives (Prampipexole, etc.), imidazole derivatives (Bemithyl, Etimizol etc.). We synthesized biologically active substances with amino acid derivatives and bidentate anions: aspartic acid, N-acetylglutamic acid, N-acetylaminooacetic acid, hydroxysuccinic acid. Substances were studied in various models of hypoxia, brain ischemia, amnesia.

Compound 'Emopag' on various models of hypoxia (acute normobaric, hypoxic with hypercapnia, hemic, histotoxic, hypobaric) showed distinct antihypoxic activity at a dose of 10 mg/kg and 30 mg/kg when administered intraperitoneally to white non-inbred male mice. On models of cerebral ischemia (bilateral occlusion of carotid arteries, total ischemia with gravitational overloads), 'Emopag' showed a pronounced protection of brain from ischemia after intraperitoneal injections to Wistar rats at a dose of 10 mg/kg and 30 mg/kg. It was shown that 'Emopag' had a direct effect on the neurons of different brain structures, including the hippocampus. Herewith, this exciting action of 'Emopag' on cortical neurons was realized mainly through AMPA receptors. These properties of 'Emopag' may be associated with central action including the effect on the highest integrative brain function and their protection from various extreme effects.

Compounds with aspartic acid and N-acetyl-aminoacetic acid showed actoprotective, anti-amnestic, and thermoprotective activity in addition to antioxidant activity.

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТИЛИРОВАНИЯ ДНК ПРОМОТОРНОЙ ОБЛАСТИ ГЕНА *hif1α* В ГИППОКАМПЕ КРЫС ЛИНИЙ С РАЗЛИЧНОЙ ВОЗБУДИМОСТЬЮ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭМОЦИОНАЛЬНО-БОЛЕВОГО СТРЕССОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**Скоморохова Е.Б.<sup>1,2</sup>, Пучкова В.А.<sup>1</sup>, Дюжикова Н.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБУН Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия.

<sup>2</sup> ФГБУН Институт токсикологии Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия; ruhesommertag@gmail.com

Ответ клетки на стрессорные воздействия сопровождается активизацией факторов индуцируемых гипоксией (hypoxia-inducible factors – HIFs), которые запускают транскрипционный каскад, напрямую или опосредованно контролирующей экспрессию сотен генов в клетках. Число известных генов-мишеней транскрипционного фактора HIF-1 постоянно растет. Они играют ключевую роль в стимуляции механизмов реакции на гипоксию как на системном, так и на клеточном уровнях. В активном состоянии HIF-1 является гетеродимером, состоящим из двух субъединиц: HIF-1 $\alpha$  и HIF-1 $\beta$ . Несмотря на обширные данные о посттрансляционной регуляции активности HIF-1 $\alpha$ , его регуляция на транскрипционном уровне, а также при действии различных видов стрессорных воздействий в клетках мозга изучена недостаточно. Цель данной работы – исследование метилирования ДНК гена *hif1α* в клетках гиппокампа у крыс линий с различным уровнем возбудимости нервной системы (ВП и НП – высокий и низкий порог возбудимости соответственно) (Вайдо, Ситдиков, 1979, Вайдо, 2000) в норме и при действии длительного эмоционально-болевого стрессорного воздействия – ДЭБС (Hecht et al., 1972), модель посттравматического стрессового расстройства (ПТСР). С использованием методов биоинформатики в гене *hif1α* было выявлено 8 CpG островков. Для исследования статуса метилирования был выбран CpG островок, расположенный в промоторной области гена, к которому были подобраны две группы праймеров с использованием программы MethPrimer. Статус метилирования промоторной области гена *hif1α* определяли с использованием бисульфитной обработки ДНК (EZ DNA Methylation-Direct™ Kit, ZYMO RESEARCH), выделенной из гиппокампа интактных и подвергнутых стрессированию крыс двух исследуемых линий, а также метилспецифической ПЦР (EpiTect MSP Kit, Qiagen). Метилспецифическая ПЦР с двумя группами праймеров, охватывающих разные участки промоторной области гена *hif1α*, выявила неметилированный статус данных участков ДНК в гиппокампе крыс с различным уровнем возбудимости нервной системы, не изменяющийся под действием длительного эмоционально-болевого стрессорного воздействия. В дальнейшем планируется изучение влияния ДЭБС на системы регуляции экспрессии других генов стрессового ответа.

*Работа финансировалась грантом РФФИ № 16-04-00678*

**STUDY OF DNA METHYLATION OF GENE *hif1α* PROMOTER REGION IN THE RAT HIPPOCAMPUS WITH DIFFERENT EXCITABILITY OF NERVOUS SYSTEM UNDER LONG-TERM EMOTIONAL AND PAIN STRESS**

**E.B. Skomorohova<sup>1,2</sup>, V.A. Puchkova<sup>1</sup>, N.A. Dyuzhikova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> FSIS Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> FSIS Institute of Toxicology of the Federal Medical and Biological Agency, Saint-Petersburg, Russia; ruhesommertag@gmail.com

The cell response to stress influences is accompanied with hypoxia-inducible factors – HIFs, which trigger the transcriptional cascade directly or indirectly controlling the expression of hundreds of genes in cells. The number of known target genes of transcriptional factor HIF-1 is constantly growing. They play the key role in the stimulation of reaction mechanisms to hypoxia on the system as well as on the cellular level. In the active state HIF-1 is a heterodimer consisting of two subunits: HIF-1 $\alpha$  and HIF-1 $\beta$ . Despite extensive data on posttranslational regulation of HIF-1 $\alpha$  activity, its regulation at the transcriptional level, and also under the influence of different types of stress effects in brain cells has not been sufficiently investigated. The aim of this work is studying DNA methylation of gene HIF1 $\alpha$  in the hippocampus of rats (lines with different excitability of nervous system – HT and LT – high and low excitability threshold) (Vaido, Sitdikov, 1979, Vaido, 2000) in normal condition and under the influence of long-term emotional and pain stress (Hecht et al., 1972), and the model of posttraumatic stress disorder (PTSD). With the help of bioinformatics methods 8 CpG islands have been revealed in *hif1α* gene. To examine the methylation status we chose the CpG island in the promoter region of the gene, for which two groups of primers were selected (with the program MethPrimer). The methylation status of the promoter region of *hif1α* gene was determined by using bisulfite DNA treatment (EZ DNA Methylation-Direct™ Kit, ZYMO RESEARCH) isolated from the hippocampus of intact and stressed rats of two lines under study, and also methyl specific PCR (EpiTect MSP Kit, Qiagen). Methyl specific PCR with two groups of primers covering different areas of the promoter region of *hif1α* gene, revealed the unmethylated status of these DNA regions in the hippocampus of rats with different thresholds of the nervous system excitability not changing under long-term emotional and pain stress. In the future, we are going to study the impact of long-term emotional and pain stress on the regulation systems of the expression of other genes of stress response.

*This work was financed by grant RFBR № 16-04-00678*

**НАРУШЕНИЯ ТОРМОЗНОГО КОНТРОЛЯ САККАДИЧЕСКИХ ОТВЕТОВ У БОЛЬНЫХ С ДИАГНОЗОМ УЛЬТРАВЫСОКОГО РИСКА РАЗВИТИЯ ШИЗОФРЕНИИ**

**Славуцкая М.В.<sup>1,2</sup>, Лебедева И.С.<sup>2</sup>, Карелин С.А.<sup>1</sup>, Томышев А.<sup>2</sup>, Румянцев А.О.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; <sup>2</sup> ФГБУ «Центр психического здоровья» РАН, Москва, Россия; mvslav@yandex.ru

Когнитивные расстройства при многих психических заболеваниях включают нарушения тормозного контроля. Одной из информативных моделей для исследования этой проблемы могут служить

саккадические движения глаз. Многочисленные изменения когнитивной сферы у больных шизофренией отражаются в параметрах саккады.

Исследование выполнено на 15 больных с диагнозом ультравысокого риска развития шизофрении и 15 здоровых испытуемых (мужчин правшей) с использованием парадигмы «Go/no go» и регистрацией ЭОГ. В группе больных проводилось дополнительное исследование с использованием МРТ методов.

У больных с диагнозом ультравысокого риска развития шизофрении обнаружено увеличение числа ошибочных саккад на тормозные стимулы («No go») по сравнению со здоровыми испытуемыми ( $p < 0.005$ ). При этом ЛП правильных саккад на «Go» стимулы у больных был меньше, по сравнению со здоровыми ( $p < 0.0001$ ). Как у больных, так и у здоровых показано уменьшение величины ЛП ошибочных саккад на «No go» стимулы по сравнению с саккадами на «Go» стимулы, ( $p < 0.001$ ). Наблюдалась противоположная латерализация саккадических ответов в группе больных и здоровых: у здоровых испытуемых ЛП саккад вправо был меньше, чем влево, а у больных наоборот – ЛП саккады влево был меньше, чем вправо ( $p < 0.05$ ).

Выявленные различия в характере ответов и величине ЛП в группе больных и нормы могут отражать нарушение ослабление тормозного контроля, сенсорной переработки сигналов и нарушения пространственного внимания у больных. Эти факты могут быть обусловлены дисфункцией правой фронтальной области коры и снижением «top down» влияний, которые были показаны при шизофрении (Moran, Thaker, 1996; Rassa et al., 2011).

Применение МРТ методов исследования установило, что уменьшение величины ЛП саккадических ответов у больных с ультравысоким риском развития шизофрении коррелирует с увеличением объема серого вещества фронтальной, теменной и височной коры, что может отражать компенсаторные механизмы в доманифестационный период развития шизофрении. Исследование методом диффузионно-взвешенной томографии выявило снижение показателя фракционной анизотропии височной части правого верхнего продольного пучка в группе больных. Эти данные свидетельствуют о микроструктурной патологии проводящих путей головного мозга при ультравысоком риске развития шизофрении, что находится в соответствии с полученными нами нейрофизиологическими данными.

*Работа выполняется при поддержке Грантов РФФИ № 14-04-01634 и № 16-04-01079.*

#### **VIOLATION OF THE INHIBITORY CONTROL IN THE PATIENTS WITH ULTRA-HIGH RISK OF SCHIZOPHRENIA Slavutskaya M.V.<sup>1,2</sup>, Lebedeva I.S.<sup>2</sup>, Karelin S.A.<sup>1</sup>, Tomishev A.<sup>2</sup>, Rumiantsev A.O.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; <sup>2</sup>F.S.B.O. "Mental Health Center", Moscow, Russia;  
[mvslav@yandex.ru](mailto:mvslav@yandex.ru)

Cognitive disorders include violation of the inhibitory control in many psychiatric diseases. Saccadic eye movements are the informative model for the study of this problem. Numerous changes of the cognitive function in patients with schizophrenia are reflected in the saccades parameters.

Study has been carried on 15 patients with a diagnosis of ultra-high risk of schizophrenia and 15 healthy subjects (male right-handers) using «go/no go» paradigm and EOG registration. Additional research with MRI techniques held in the group of patients.

The number of erroneous saccades to inhibitory stimulus («no go») was shown increase compared to healthy subjects ( $p < 0.005$ ). At the same time latency of the saccades to «Go» stimulus was smaller in the patients compared to healthy subjects ( $p < 0.0001$ ).

Decrease of the erroneous saccades latency (to «no go» stimulus) compared to saccades to «go» stimulus was found as in patients and in healthy subjects ( $p < 0.001$ ). There was an opposite saccades lateralization in two groups of subjects. Rightward saccades latency was less than leftward one in the healthy subjects. In the patients was contrary relation: leftward saccade was less than rightward ( $p < 0.05$ ).

These differences in the response specifics and saccades latency in the patients and healthy subjects may reflect a violation of the sensory processing and spatial attention, as well as attenuation of the inhibitory control in patients. It may be a result of the right frontal cortex dysfunction and «top down» influences decrease, which was shown in schizophrenia (Moran, Thaker, 1996; Rassa et al., 2011). The use of MRI techniques found that a decrease of the saccadic responses latency in patients associated with the gray matter volume increase in the frontal, parietal and temporal cortex. This fact may reflect the compensatory mechanisms before the manifestation of schizophrenia. The method of the diffusion-weighted imaging revealed a decline of the fractional anisotropy in the upper longitudinal tract of the right temporal lobe in patients. These data indicate the microstructural pathology of the conductive pathways in the brain of a patients with ultra-high risk of schizophrenia, that is in accordance with obtaining neurophysiological data.

*The study was supported by the RFBR (projects № 14-04-01634 and № 16-04-01079).*

#### **МОДУЛЯЦИЯ ТРОПНЫХ ГОРМОНОВ И ПРОЛАКТИНА У ЖЕНЩИН С РАЗЛИЧНЫМ ИСХОДНЫМ ТОНУСОМ ВНС И НАРУШЕНИЯМИ ОМЦ**

**Смельшева Л.Н., Кузнецов А.П., Симонова Т.О., Кайгородцев А.В., Ковалева Г.А.,  
Архипова О.А., Артеян Н.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования  
«Курганский государственный университет», Курган, Россия, [Smelishева@yandex.ru](mailto:Smelishева@yandex.ru)

В исследовании приняли участие 113 женщин в возрасте от 21 до 43 лет. В основную группу вошли 65 женщин с нарушенным овариально-менструальным циклом, группу сравнения составили 48 женщин без нарушения ОМЦ.

При исследовании тропных гормонов и пролактина у женщин с нарушениями и без нарушений ОМЦ были выявлены следующие особенности: концентрация фолликулостимулирующего гормона в сыворотке крови среди женщин с нарушенным циклом была ниже относительно женщин без нарушений ОМЦ ( $p < 0,05$ ).

Внутригрупповые значения гормона у женщин с нарушенным циклом зависели от тонуса доминирующего отдела ВНС, максимальное значение ФСГ составило  $6,57 \pm 0,59$  мМЕ/мл при нормотонии, в подгруппах с крайними значениями этот показатель снижался при повышении активности симпатических влияний.

Значения лютеинизирующего гормона при нарушении ОМЦ были ниже группы сравнения, но при этом имели внутригрупповые различия. Так максимально высокие показатели наблюдались при активности ваготонуса  $5,3 \pm 0,74$  мМЕ/мл, минимальные при доминировании эйготонии  $5,15 \pm 0,73$  мМЕ/мл ( $p < 0,05$ ). Отклонение значений тропных гормонов в репродуктивном периоде от нормы может приводить к возникновению вторичной яичниковой недостаточности, маточным кровотечениям, что в свою очередь является свидетельством нарушения баланса в работе центральных и периферических механизмов регуляции ОМЦ (Вихляева Г.М., 2006), выраженность которых в нашем исследовании обусловлена активностью отделов ВНС.

У женщин в репродуктивном периоде выявлены достоверные различия в содержании пролактина в сыворотке крови. Так, в группе с нарушением ОМЦ значения гормона были 9,6 раз ниже относительно представительниц группы сравнения. При нарушении ОМЦ симпатический контур регуляции опосредовал максимальное значение пролактина –  $190,4 \pm 50,66$  мМЕ/мл, эйготонус минимальные показатели  $15 \pm 0,73$  мМЕ/мл. Пролактин оказывает тормозящее влияние на овуляционный цикл и снижает секрецию эстрогенов фолликулами яичников, что подтверждает полученные в нашем исследовании низкие значения пролактина, при высоких значениях эстрогенов. Пролактин оказывает тормозящее влияние на овуляционный цикл и снижает секрецию эстрогенов фолликулами яичников, что подтверждает полученные в нашем исследовании низкие значения пролактина, при высоких значениях эстрогенов.

### **MODULATION OF TROPIC HORMONES AND PROLACTIN IN WOMEN WITH DIFFERENT INITIAL TONE OF THE ANS AND THE VIOLATION OF THE CMC**

**Smelysheva L.N., Kuznetsov A.P., Simonova T.O., Kaygorodtsev A.V., Kovaleva G.A., Arkhipova O.A., Artenian N.A.**

Federal State Institution of Higher Professional Education "Kurgan State University", Kurgan, Russia, [Smelishcheva@yandex.ru](mailto:Smelishcheva@yandex.ru)

The study involved 113 women aged from 21 to 43 years. The study group included 65 women with impaired ovarian-menstrual cycle, the comparison group consisted of 48 women without breaking the CMC.

In the study of tropic hormones and prolactin in women with disturbances and without violations CMC following features have been identified: the concentration of FSH in the blood serum of women with cycle disorders was lower relative to women without disorders CMC ( $p < 0,05$ ). Intra values hormone in women with cycle disorders dependent on the dominant tone of VNS, the maximum FSH was  $6,57 \pm 0,59$  mIU / ml at normotoni in subgroups with the extremes of this index decreased with an increase in the activity of the sympathetic influences. The values of luteinizing hormone in violation of the CMC were below the comparison group, but had intragroup differences. Since most high rates observed in vagotonusa activity  $5,3 \pm 0,74$  mIU / mL, the minimum under the dominance eytonii  $5,15 \pm 0,73$  mIU / mL ( $p < 0,05$ ). Deviation values tropic hormones in the reproductive period, the rules can lead to secondary ovarian failure, uterine bleeding, which in turn is an indication of an imbalance in the central and peripheral mechanisms of regulation of the CMC (Vikhlyayeva GM, 2006), expression of which in our study due to the activity of VNS departments.

In women of reproductive age were significant differences in serum prolactin. Thus, in the group with impaired hormone CMC values were 9.6-fold lower with respect to the representatives of the comparison group. In violation of the CMC sympathetic regulation loop mediated maximum prolactin -  $190,4 \pm 50,66$  mIU / mL, the minimum performance eytonus  $15 \pm 0,73$  mIU / ml. Prolactin has an inhibiting effect on the ovulation cycle and reduces the secretion of estrogen ovarian follicles, which confirms our study received low values of prolactin, estrogen at high values. Prolactin has an inhibiting effect on the ovulation cycle and reduces the secretion of estrogen ovarian follicles, which confirms our study received low values of prolactin, estrogen at high values.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЗНЫХ РЕАКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА НА КАТОДНУЮ И АНОДНУЮ ГАЛЬВАНИЧЕСКУЮ ВЕСТИБУЛЯРНУЮ СТИМУЛЯЦИЮ**

**Б.Н. Сметанин, Г.В. Кожина**

Учреждение Российской академии наук Институт проблем передачи информации РАН, Москва, Россия;  
[bnsmet@iitp.ru](mailto:bnsmet@iitp.ru)

У 18 здоровых испытуемых в ходе стабильнографического исследования регистрировали позные реакции (боковые отклонения тела) на одностороннюю гальваническую вестибулярную стимуляцию (ГВС) прямоугольными толчками тока длительностью 4 с и интенсивностью 2, 3, 4, 5 и 6 мА. Зависимость величины реакции от силы тока для катодной ГВС в этом диапазоне интенсивностей была практически линейной. Аналогичная зависимость для анодной ГВС при малых токах (2-4 мА) была также близка к линейной, но с повышением интенсивности стимула рост величины реакции замедлялся (с последующим выходом на плато). Статистически достоверное расхождение между двумя кривыми достигалось при таких ГВС 4 мА и выше. Эти различия можно объяснить исходя из современных представлений о механизме действия ГВС (повышение или понижение уровня тонической импульсации в волокнах вестибулярного нерва). При анодной ГВС тоническая активность понижалась до тех пор, пока не прекращали генерировать импульсы все чувствительные к ГВС вестибулярные афференты. Дальнейшее повышение силы гиперполяризующего тока уже не сопровождалось уменьшением активности в вестибулярном нерве и, как следствие, ростом величины позных реакций. Предложенный подход может использоваться для количественной оценки вестибулярного тонуса у человека.

## THE STUDY OF HUMAN POSTURAL REACTIONS ON GALVANIC ANODAL AND CATHODAL VESTIBULAR STIMULATIONS

B.N. Smetanin, G.V. Kozhina

The Institute for Information Transmission Problems (Kharkevich Institute) Russian Academy of Sciences. Moscow, Russia

In 18 healthy volunteers, we recorded stabilographic postural reactions (inter-aural direction of the body) to unilateral galvanic vestibular stimulation (GVS) by rectangular current pulses (4 sec long, 2, 3, 4, 5, or 6 mA). For the cathodal GVS, the dependence of the magnitude of reaction was linear within this range. The corresponding dependence for the anodal GVS was close to linear at small currents (2-4 mA), but the increment of the magnitude became smaller with further increase in the stimulation intensity, and a plateau was formed. A significant divergence between the two curves was observed with stimulation currents 4 mA and higher. This difference can be explained considering modern concepts on the mechanism of GVS-induced effects (an increase or a decrease in the level of tonic impulsation in fibers of the vestibular nerve under the influence of polarization). Anodal GVS continues to suppress tonic activity up to the moment where all GVS-sensitive vestibular afferents stop to generate impulses; a further increase in the intensity of hyperpolarizing current is not accompanied by a decrease in the activity in the vestibular nerve and, consequently, by an increase in the magnitude of postural reactions. The tested approach can be used for qualitative estimation of the vestibular tone in humans.

## НАРУШЕНИЯ ОСЦИЛЛЯТОРНОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

Смоликов А.Б.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный Университет», Академия биологии и биотехнологии, лаборатория экспериментальной нейробиологии, Ростов-на-Дону, Россия; [a.smolikov@mail.ru](mailto:a.smolikov@mail.ru)

В отличие от доминирующих в настоящее время нейросетевых представлений о формировании ЭЭГ на основе суммации возбуждающих и тормозных постсинаптических потенциалов, сотрудники Академии биологии и биотехнологии ЮФУ рассматривают ритмогенез в различных отделах мозга как проявление локальной геном-регулируемой активности, формируемой потенциал-зависимыми  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$  каналами.

Проведен реферативный анализ большого количества литературных данных относительно особенностей локального нарушения пейсмекерного ритмогенеза в различных областях мозга людей с болезнью Паркинсона (БП). Характерной чертой болезни Паркинсона является дезинтеграция, возникающая на разных системных уровнях (двигательные нарушения, вегетативная, нейроморальная дезинтеграция, эмоциональные и психические нарушения). В последнее время была отчетливо показана дезорганизация осцилляторной активности мозга. Исследователи, применив вейвлетное преобразование, обнаружили, что при БП наблюдаются отчетливые нарушения частотно-временной структуры ЭЭГ. Вместе с тем, стало ясно, что характер и степени дезорганизации ЭЭГ достаточно разнообразны. Снижается частота осцилляций, увеличивается разброс всплеск частот в доминирующем частотном диапазоне, снижается корреляция в работе полушарий. Данные литературы показывают возможности нарушения ритмогенеза только в одном полушарии, в лобных или же затылочных областях коры мозга или подкорковых образований, в том числе в медиальных височных зонах, связанных с речедвигательной активностью и когнитивными процессами мозга.

Проведенный анализ данных литературы подтверждает нашу рабочую гипотезу о локальном характере пейсмекерного ритмогенеза в норме и у больных БП при нарушениях содержания ключевых нейромедиаторов: дофамина, ацетилхолина, глутамата, ГАМК, в тех или же других отделах мозга, подверженных каналопатии.

## OSCILLATORY BRAIN ACTIVITY DISORGANIZATION IN PARKINSON'S DISEASE

Smolikov A.B.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Southern Federal University», Academy of Biology and Biotechnology, Laboratory of Experimental Neurobiology, Rostov-on-Don, Russia; [a.smolikov@mail.ru](mailto:a.smolikov@mail.ru)

In contrast to the dominant neural network ideas about the formation of EEG based on summation of excitatory and inhibitory postsynaptic potentials, researchers of Academy of Biology and Biotechnology of Southern Federal University considers rhythmogenesis in different parts of the brain as a manifestation of local genetically regulated activity, formed by voltage-dependent  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  +  $Na^+$  channels.

Analysis of the literature was carried out with respect to features of local disturbance pacemaker rhythmogenesis in different areas of the brain of people with Parkinson's disease (PD). A characteristic feature of Parkinson's disease is the disintegration that occurs at different levels of the system (motor disorders, autonomic, neurohumoral disintegration, emotional and mental disorders). In recent years disorganization of oscillatory brain activity has been clearly shown. Researchers applying wavelet transform method, have found that there are distinct disorders EEG time-frequency structure in PD. At the same time, it became clear that the nature and extent of EEG disorganization are quite diverse. The frequency of oscillation reduces, the spread of the peaks of frequency outbreaks in the dominant frequency range increases, correlation in the hemispheres reduces. Literature data show possibilities of rhythmogenesis disturbances in one hemisphere only, in the frontal or occipital regions of the cerebral cortex, or subcortical structures, including the medial temporal regions associated with speech motor activity and cognitive processes of the brain.

The performed literature analysis confirms our working hypothesis about the local nature of the pacemaker rhythmogenesis in normal and in PD patients in violation disturbance of key neurotransmitters (dopamine, acetylcholine, glutamate, GABA) content in parts of the brain affected by channelopathies.

## **ИЗМЕНЕНИЕ МЕЛАТОНИНПРОДУЦИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ЭПИФИЗА У БОЛЬНЫХ ЮВЕНИЛЬНЫМ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ КАК ФАКТОР ПАТОГЕНЕЗА ЗАБОЛЕВАНИЯ**

**Соболева Е.М., Каладзе Н.Н.**

ФГАОУ ВО "КФУ им. В.И. Вернадского", Медицинская академия им. С.И. Георгиевского, г. Симферополь, Россия, alex\_sobolev64@mail.ru

Все длительно протекающие хронические заболевания, в том числе и ювенильный ревматоидный артрит (ЮРА), сопровождаются развитием внутреннего десинхроноза, что приводит к рассогласованию физиологических ритмов функционирования иммунной, эндокринной и нервной систем, тем самым, поддерживая патологический процесс.

На этапе санаторно-курортной реабилитации нами обследовано 60 детей (32 мальчика и 28 девочек) больных ЮРА в возрасте от 7 до 16 лет. Контрольную группу (КГ) составили 20 практически здоровых сверстников.

Состояние иммунной системы оценивалось по показателям клеточного звена. Исследование гормонального статуса включало определение основных адаптационных гормонов – АКТГ и кортизола. На основании исследования ритма секреции мелатонина судили о сохранности биоритмов.

Проведенное нами исследование показало, что у пациентов с ЮРА, имеются достоверные отличия практически всех показателей клеточного иммунитета, являющиеся следствием нарушения иммунорегуляции, связанные не столько со снижением потенциала супрессии (CD8+), сколько с активацией функции Т-хелперов (CD4+) и В-лимфоцитов. Корреляционные связи, выявленные у здоровых детей, указывали на тесную взаимосвязь гормональных компонентов с показателями иммунитета, в то время как при ЮРА имело место нарушение межсистемных взаимодействий.

При ЮРА выявлены изменения функционирования эпифизарно-гипофизарно-надпочечниковой системы, характеризующиеся снижением содержания АКТГ, повышением уровня кортизола, снижением общего содержания и инверсией ритма секреции мелатонина. Корреляционный анализ выявил отсутствие связи между показателями АКТГ и кортизола у больных ЮРА, характерной для здоровых детей, что предполагает существование иного (не гипофизарного) регулятора кортикальной активности. У больных ЮРА выявлены достоверные отрицательные связи средней силы между ночным содержанием мелатонина и такими показателями как длительность заболевания ( $r=-0,54$ ;  $p<0,05$ ), степень активности процесса ( $r=-0,69$ ;  $p<0,05$ ), и длительность утренней скованности ( $r=-0,47$ ;  $p<0,05$ ).

Таким образом, можно предположить, что в прогрессировании заболевания основная роль принадлежит формированию внутреннего десинхроноза, вызванного нарушением циркадианного ритма секреции мелатонина и принципа обратной связи в системе гипофиз-надпочечники.

## **CHANGING THE MELATONIN-PRODUCING PINEAL GLAND FUNCTION IN PATIENTS WITH JUVENILE RHEUMATOID ARTHRITIS, AS A FACTOR OF THE DISEASE PATHOGENESIS**

**Soboleva E.M., Kaladze N.N.**

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, S.I. Georgievsky Medical Academy, Simferopol, Russia, alex\_sobolev64@mail.ru

All long-occurring chronic diseases, including juvenile rheumatoid arthritis (JRA), accompanied by the development of internal desynchronizes, which leads to a mismatch of physiological rhythms of the immune, nervous and endocrine systems, maintaining the pathological process.

At the stage of sanatorium rehabilitation we have examined 60 children (32 boys and 28 girls) of JRA patients between the ages of 7 to 16 years. The control group (CG) consisted of 20 healthy peers.

Status of the immune system was evaluated in terms of cellular link. The study included the determination of the hormonal status main adaptive hormone – ACTH and cortisol. Based on the study of rhythm of melatonin secretion judged biorhythms safety.

Our study showed that in patients with JRA, there are significant differences of almost all cellular immunity arising from violations of immune related not so much with a reduction in the suppression potential (CD8 +), but with the activation of T-helper cells (CD4 +) and B lymphocytes. The correlations identified in healthy children, pointed to the close relationship with indicators of hormonal components of immunity, while at the JRA has been a violation of intersystem interactions.

When JRA revealed changes in the functioning of the epiphyseal-pituitary-adrenal system, characterized by a decrease in the content of ACTH, cortisol levels increase, decrease total and inversion of rhythm melatonin secretion. Correlation analysis showed no association between indicators of ACTH and cortisol in patients with JRA, typical for healthy children, which suggests the existence of a (non-pituitary) regulator of cortical activity. Patients with JRA revealed significant negative relation between the average power nocturnal melatonin content, and indicators such as the duration of illness ( $r = -0,54$ ;  $p < 0.05$ ), the degree of process activity ( $r = -0,69$ ;  $p < 0.05$ ), and duration of morning stiffness ( $r = -0,47$ ;  $p < 0.05$ ).

Thus, we can assume that in the progression of the disease the main role belongs to the formation of the inner desynchronizes caused by the violation of the circadian rhythm of melatonin secretion and feedback principle in the system of the pituitary-adrenal axis.

## **ОЗДОРОВИТЕЛЬНАЯ И АДАПТИВНАЯ ВЕРХОВАЯ ЕЗДА КАК СПОСОБ ПОДДЕРЖАНИЯ ЗДОРОВЬЯ**

**Соболева И.В., Давлидгильдеев Р.З.**

Южный Федеральный Университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия, isoboleva@sfedu.ru

Одним из направлений поддержания здоровья человека в современном обществе является оздоровительная и адаптивная верховая езда. Занятия верховой ездой возможны в любом возрасте и при

различных отклонениях в состоянии здоровья. Терапевтическая верховая езда (ТВЕ) с успехом применяется при заболеваниях сердечно – сосудистой системы, при многих хронических заболеваниях пищеварительной системы, при большинстве нарушений опорно – двигательного аппарата, сколиозах и остеохондрозах, в практике лечения хронических болезней мочеполовой системы. Эффективность использования верховой езды в качестве лечебного воздействия прослеживается и при некоторых психических заболеваниях. В Южном федеральном университете это направление развивается с 1999 года. Методические основы оздоровительной и адаптивной верховой езды были сформированы сотрудниками института валеологии Ростовского государственного (Южного федерального) университета. В настоящей работе представлены результаты психофизиологического контроля функционального состояния 35 занимающихся (дети и подростки с неврологическими расстройствами (30 человек), а также студенты и преподаватели ЮФУ (5 человек). Занятия ТВЕ проводились на Ростовском ипподроме и в ботаническом саду Южного федерального университета. В начале и в конце занятия проводился контроль функционального состояния занимающихся с помощью 8-ми-цветной версии теста Люшера. Статистический анализ показателей баланса процессов возбуждения и торможения в коре больших полушарий (вегетативный коэффициент теста Люшера — ВК) у детей с неврологическими нарушениями позволил выявить релаксирующее влияние ТВЕ: снижение доли испытуемых в состоянии перевозбуждения и смещение у них баланса в сторону усиления тормозных процессов в коре мозга. У здоровых испытуемых, напротив, занятия ТВЕ приводили к нормализации баланса процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга. У преподавателя, страдающего диабетом II типа и гипертонической болезнью 2-3 степени после занятий отмечалось снижение показателей систолического и диастолического давления крови и уровня глюкозы в крови и возрастание частоты сердечных сокращений по сравнению с исходными значениями. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что терапевтическая верховая езда оказывает существенное влияние на баланс процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга, а также приводит к нормализации показателей деятельности сердечно-сосудистой и эндокринной систем организма человека.

#### **WELNESS AND ADAPTIVE RIDING AS A WAY TO MAINTAIN HEALTH**

**Soboleva I.V., Davlidgildeev R.Z.**

Southern Federal University, the Academy of Biology and Biotechnology, Rostov-on-Don, Russia  
[isoboleva@sfedu.ru](mailto:isoboleva@sfedu.ru)

One of the maintenance of human health in modern society is improving and adaptive riding. Horse riding is possible at any age and at various deviations in health status. Therapeutic riding (TR) has been successfully used in diseases of the cardio – vascular system, in many chronic diseases of the digestive system, for most musculoskeletal disorders – musculoskeletal system, scoliosis and degenerative disc disease, in the practice of the treatment of chronic diseases of the genitourinary system. Efficiency riding as a therapeutic modality can be traced in some psychiatric diseases. In the Southern Federal University is developing this direction since 1999. Methodical bases of improving and adaptive riding were formed by employees of the Institute valeology Rostov State (Southern Federal) University. This paper presents the results of psychophysiological monitoring of the functional state 35 person (children and adolescents with neurological disorders (30), as well as students and teachers SFEDU (5 people). Therapeutic riding was conducted at the Rostov Hippodrome and in the botanical garden of the Southern Federal University. At the beginning and end of the session was conducted monitoring of the functional state by means of dealing with 8-color version Lusher test. Statistical analysis of the balance of excitation and inhibition in the cerebral cortex (the vegetative test coefficient Lusher) in children with neurological disorders revealed a relaxing influence of therapeutic riding: reducing the proportion of subjects in a state of overexcitement and offset their balance in the direction of strengthening of inhibitory processes in the cerebral cortex. In healthy subjects, on the other hand, employment therapeutic riding resulted in normalization of the balance of excitation and inhibition in the cerebral cortex. In teacher suffering from type II diabetes and hypertension of 2-3 degrees after class, a decrease systolic and diastolic blood pressure and blood glucose levels and an increase in heart rate from baseline values. Thus, the findings suggest that therapeutic horseback riding has a significant impact on the balance of excitation and inhibition in the cerebral cortex, and also leads to normalization of the cardiovascular and endocrine systems of the human body.

#### **РОЛЬ ПРОТЕИНКИНАЗЫ С В ИНГИБИРУЮЩЕМ ЭФФЕКТЕ СЫВОРОТКИ КРОВИ БОЛЬНЫХ СМА 2**

**Соколова М.Г.<sup>1</sup>, Пеннийнен В.А.<sup>2</sup>, Кипенко А.В.<sup>2</sup>, Лопатина Е.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И.Мечникова» Минздрав России, Санкт-Петербург, Россия, <sup>2</sup>ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, e-mail:sokolova.m08@mail.ru

**Введение:** ранее поведенная серия опытов с сывороткой крови больных СМА 2 типа в органотипической культуре ткани выявила ингибирующий эффект на рост нейритов сенсорных ганглиев. Дальнейшее исследование данного феномена проводилось в направлении определения биологически активных субстанций, которые могли бы участвовать в этом процессе.

**Цель исследования:** выяснить участие протеинкиназы С в нейритингибирующем действии плазмы пациентов со СМА 2 в эксперименте с органотипической культурой ткани в присутствии сыворотки крови больных СМА 2 типа.

**Материалы и методы:** Для выяснения участия протеинкиназы С в нейритингибирующем действии плазмы пациентов со СМА 2 типа использовали метод органотипической культуры ткани. Объектами исследования были 1200 сенсорных ганглиев 10-12-дневных куриных эмбрионов, культивируемых в чашках Петри на подложках из коллагена в CO<sub>2</sub>-инкубаторе («Sanyo», Япония) в течение 3-х суток при 36,5°С и 5% CO<sub>2</sub>. Контрольные эксплантаты культивировали в питательной среде стандартного состава. В 600 экспериментальных чашках в культуральную среду добавляли сыворотку крови больных СМА 2 типа. В



остальные чашки вместе с сывороткой крови больных СМА 2 типа в культуральную среду добавляли ингибитор протеинкиназы С тамоксифен (tamoxifen) ( $10^{-5}$  М) ("Sigma", США). **Результаты и обсуждение:** сыворотка крови 6 больных СМА 2 типа была исследована в широком диапазоне разведений (1:100–1:2). В разведениях 1:2, 1:10, 1:50 сыворотка больных полностью блокировала рост нейритов сенсорных ганглиев. При добавлении в культуральную среду сыворотки крови в разведении 1:70 наблюдали достоверное нейритингибирующее действие. Культивирование сенсорных ганглиев в среде, содержащей плазму пациентов со СМА 2 типа (1:70) и ингибитор протеинкиназы С тамоксифен (tamoxifen) ( $10^{-5}$  М) устраняло нейритингибирующий эффект плазмы. Индекс площади экспериментальных эксплантатов практически не отличался от контрольного значения.

**Выводы:** Полученные результаты свидетельствуют о том, что протеинкиназа С участвует в реализации нейритингибирующего действия плазмы больных со СМА 2 типа. Результаты исследования диктуют необходимость дальнейшего научного поиска.

#### **THE ROLE OF PROTEIN KINASE C IN NEURITE-INHIBITORY EFFECT IN PLASMA OF PATIENTS WITH SPINAL MUSCULAR ATROPHY TYPE II**

**Sokolova M.G.<sup>1</sup>, Penniyaynen V.A.<sup>2</sup>, Kipenko A.V.<sup>2</sup>, Lopatina E.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>North-West State Medical University n.a. I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, Russia. <sup>2</sup>FSBU Institute of physiology n.a.I.P. Pavlov of RAS, Saint-Petersburg, Russia. [sokolova.m08@mail.ru](mailto:sokolova.m08@mail.ru)

Background: previously undertaken series of blood serum tests in SMA 2 patients in organotypic tissue culture has shown inhibitory effect on growth of sensory ganglion neurites. Further study of the phenomenon was carried out for determination of biologically active substances which could participate in this process. One of the candidates was a family of protein kinases which regulate cell cycle, growth and differentiation of cells, apoptosis.

Research objective: to identify participation of protein kinase C in neurite-inhibitory action of plasma in patients with SMA 2 in experiment with organotypic tissue culture in presence of blood serum of 2 type SMA patients.

Materials and methods: For the purpose of identification of participation of protein kinase C in neurite-inhibitory action of plasma of patients with 2 type SMA we have been using organotypic tissue culture method. Objects of the study were 1200 sensory ganglions of 10-12-day chicken embryos cultivated in Petri dishes on collagen substrates in CO<sub>2</sub>-incubator («Sanyo», Japan) for 3 days at 36,5°C and 5 % CO<sub>2</sub>. Control explants were cultivated in a nutrient medium of standard composition. We have added blood serum of 2 type SMA patients to cultural medium in 600 test dishes. We have added protein kinase C inhibitor tamoxifen ( $10^{-5}$  M) ("Sigma", USA) together with blood serum of patients with 2 type SMA to the cultural medium in other dishes.

Results and discussion: blood serum of 6 patients with 2 type SMA was studied in a wide range of dilutions (1:100–1:2). In 1:2, 1:10, 1:50 dilutions the serum of the patients has completely blocked the growth of sensory ganglion neurites. At addition of the blood serum to the cultural medium with 1:70 dilution we have observed reliable neurite-inhibitory action. An area index of the investigated explants was below the reference value on the average by 25%. At further dilution the blood serum did not influence the growth of neurites. Cultivation of the sensory ganglions in a medium containing plasma of patients with 2 type SMA (1:70) and protein kinase C inhibitor tamoxifen ( $10^{-5}$  M) has resulted in elimination of neurite-inhibitory effect of plasma. The area index of experimental explants was nearly no different from the control value. The results received have shown that protein kinase C participates in implementation of neurite-inhibitory actions of plasma in patients with 2 type SMA. The study results have shown that it is necessary to continue the scientific studies.

Conclusion: the studies carried out have shown that blood serum of patients with 2 type SMA inhibits growth of neurites of sensory neurons of spinal ganglions and that protein kinase C is involved in implementation of the effect.

#### **РЕАКТИВНОСТЬ БЕТА-ДИАПАЗОНА ЭЭГ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАЗНОГО ТИПА ВЕРБАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ (ЧТЕНИЕ И ПОИСК БУКВЫ)**

**Соколова Л.В., Роева М.В.**

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия;  
[sluida@yandex.ru](mailto:sluida@yandex.ru)

Основываясь на сведениях о функциональной специализации ритмических составляющих ЭЭГ, нами было проведено исследование пространственной синхронизации бета-ритма при выполнении студентами (20-22 года) вербальных заданий разного типа.

Электроэнцефалограмму (ЭЭГ) регистрировали монополярно от симметричных отведений полушарий мозга (12 электродов – установленных по системе «10-20» и дополнительно 2 электрода – в височно-теменно-затылочных зонах) в состоянии спокойного бодрствования (при открытых глазах) и при выполнении когнитивных заданий: чтение речевых стимулов и поиск определенной буквы в этих же стимулах. Использовали тексты с различными семантико-синтаксическими характеристиками: художественный текст, псевдотекст, последовательность слов и последовательность псевдослов.

Анализировались значения максимума оценки функции когерентности (КОГ) ритмических составляющих ЭЭГ в бета-диапазоне (14-35 Гц) для внутримушарных (40), межполушарных диагональных (42) и одноименных (7) пар отведений. Математическую обработку полученных данных проводили с использованием многофакторного дисперсионного анализа для исследований с повторными измерениями (RM MANOVA), что позволило оценить значимость различий показателей КОГ в зависимости от типа задания. Наличие достоверных различий между значениями КОГ принималось при уровне значимости  $p < 0.05$ .

Установлено, что при чтении предъявленных текстовых стимулов, вне зависимости от их семантико-синтаксической составляющей, в диапазоне бета-ритма формировались отчетливые паттерны,

включающие ипси- и контрлатеральные области обоих полушарий: F3P3, F3P5, F3O2, F4P3, C3P5, C3O2, C4T6, O1P5, T4P4, T4T5, T5T6 и O1O2, где обнаружены значимо высокие показатели КОГ при чтении по сравнению с поиском буквы в стимулах.

На основании полученных данных можно утверждать, что увеличение функционального взаимодействия корковых зон в бета-диапазоне ЭЭГ обусловлено типом выполняемого задания, вне зависимости от характеристик речевого стимула. Чтение по сравнению с вербально-образным заданием (поиск буквы) является более сложноорганизованной деятельностью, требующей интеграции мозговых систем не только для зрительного и фонематического распознавания образа буквы, но и для анализа семантических и синтаксических характеристик речевых стимулов.

### **ACTIVITY BETA RANGE EEG IN THE IMPLEMENTATION OF DIFFERENT TYPE VERBAL TASKS (READING AND SEARCHING LETTERS)**

**Sokolova L.V., Roeva M.V.**

Northern (Arctic) Federal University named after MV Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, [sluida@yandex.ru](mailto:sluida@yandex.ru)

We conducted a study of the spatial synchronization of the beta rhythm based on the information about the functional specialization of EEG rhythmic components when students aged 20-22 years performed different types of verbal tasks.

We used 12 electrodes installed on the system "10-20" and 2 additional electrodes installed in the temporo-parietal-occipital areas. An Electroencephalogram (EEG) was recorded from the monopolar symmetrical leads hemispheres in a state of quiet wakefulness (with eyes open) and when cognitive tasks were being performed such as reading the speech stimuli and the search for a particular letter in the same incentives. We use texts with different semantic and syntactic features, for instance, a literary text, a psevdotekst, a sequence of words and a sequence onwards.

The values of the maximum assessment of the coherence function (COG) of the EEG rhythmic components in the beta band (14-35 Hz) for intrahemispheric (40), hemispheric diagonal (42) and (7) same name pairs of leads were analysed. The mathematical data processing was performed with using multivariate variance analysis for repeated measures study (RM MANOVA), that allowed us to evaluate the significance of differences of indicators COG depending on the type of job. The presence of significant differences between the values of the COG a significance level of  $p < 0.05$  was taken. It was found that when presented test stimuli were being read, regardless of their semantic and syntactic component, distinct patterns in the range of beta-rhythm were being formed including ipsi- and contralateral regions of both hemispheres: F3P3, F3P5, F3O2, F4P3, C3P5, C3O2, C4T6, O1P5, T4P4, T4T5, T5T6 and O1O2 where significantly high rates of COG were found in reading comparison with the search letter incentives. It can be argued on the basis of the received data that increase of the interoperability of the cortical areas in the beta-band of the EEG due to the type of the assignment, regardless of the characteristics of the speech stimulus. Reading compared with verbal and figurative reference (search letters) is a more complex structural activity requiring an integration of brain systems, not only for the visual and phonetic recognition of the letters image but also for an analyze of semantic and syntactic characteristics of speech stimuli.

### **О МЕХАНИЗМЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ И/ИЛИ СОЦИАЛЬНОЙ ЦЕЛЕСОБРАЗНОСТИ АКТИВНОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО МОЗГА**

**Соловьев О.В.**

Восточно-украинский национальный университет им. В. Даля, [oleg@iws.com.ua](mailto:oleg@iws.com.ua)

Современные исследования активности нейронных сетей мозга в ходе переработки информации все еще не обнаруживают причин, позволяющих этим сетям функционировать биологически и/или социально целесообразно. В своей работе [1] мы детально исследуем эту проблему. Здесь же лишь тезисно обозначим ее ключевые утверждения.

1. Нейронные сети мозга человека функционируют биологически и/или социально целесообразно лишь постольку, поскольку в них, в качестве внутрисетевого фактора переработки информации, функционируют психические процессы.

2. Основным фактором, определяющим биологическую и/или социальную целесообразность нейронных сетей мозга, является фактор субъективной (эмоциональной) оценки информации, фиксируемой в них и подвергаемой в данный момент переработке. Фактор субъективности можно считать внутрисетевым оператором переработки информации в мозге, который определяет, какая информация является биологически и/или социально целесообразной в терминах «хорошо – плохо», «негативно – позитивно», «удовольствие – неудовольствие» и проч.

3. Такая, биологически и/или социально обусловленная активность нейронных сетей мозга осуществляется через посредство релейных функций синапсов, участвующих в детектировании информации, фиксированной в одних нейронных сетях, другими нейронными сетями и оформленной в форме определенных психических конструктов (в первую очередь, психических образов). Это позволяет нейронным сетям системно влиять друг на друга и интегрировать фиксированную в них биологически и/или социально целесообразную информацию для формирования адекватных поведенческих ответов в условиях средней новизны, т.е. в условиях дефицита информации.

4. Нейронные сети мозга, выполняющие операции интеграции прижизненно накопленного опыта, представляют собой сети, разобщенные физически, а, следовательно, не способные реализовывать биологически и/или социально целесообразную биоэлектрическую связь между сенсорным входом и моторным выходом в условиях новых средовых воздействий [1]. В этом случае интеграция информации может быть осуществлена только в рамках формируемой в нейронных сетях мозга сферы психики, в которой оказываются возможными те информационные операции (субъективная оценка информации, субъективный выбор информации) которые не возможно осуществить в самих по себе нейронных сетях

мозга, если бы они не реализовывали психических процессов. Вышеперечисленные операции по переработке информации в нейронных сетях, возможно, осуществляются с помощью квантово-механических феноменов суперпозиции, коллапса волновой функции [2], посредством которых синапсы одних нейронных сетей могут модулировать биоэлектрическую активность своих нейронных сетей на основе интегрированной информации формируемой в других (управляемых) нейронных сетях в форме психических явлений (психических образов, например) [1].

5. Таким образом, психические явления в нейронных сетях мозга могут выступать в качестве системообразующего фактора (П.К. Анохин), «вынуждающего» физические и физиологические процессы, протекающие в нейронных сетях, подчинятся биологической (а позже в эволюции и социальной) целесообразности, фиксируя необходимую информацию, интегрирую ее в рамках указанных форм целесообразности, и реализуя ее в поведенческих актах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Soloviov O.V. Neuronal Networks Responsible for Genetic and Acquired (Ontogenetic) Memory: Probable Fundamental Differences (2015). – *Neurophysiology*, Volume 47, issue 5, pp. 419-431. DOI 10.1007/s11062-016-9550-5

2. Stapp H.P. Impact of Quantum Mechanics on Human Values (2011). *Mindful Universe*, 139-143.

### THE MECHANISM OF BIOLOGICAL AND/OR SOCIAL EXPEDIENCY OF ACTIVITY OF NEURAL NETWORKS OF THE HUMAN BRAIN

Soloviov O.V.

East-Ukrainian national university named after V. Dal, [oleg@iws.com.ua](mailto:oleg@iws.com.ua)

Modern researches of activity of neural networks of a brain during processing of information, still don't find the reasons allowing these networks to function biologically and/or socially expediently. In the work [1] we in details investigate this problem. Here only briefly we will designate her key statements.

1. Neural networks of a brain of the person function biologically and/or socially expediently only so far as in them, as in intra network factor of processing of information, mental processes function.

2. The major factor defining biological and/or social expediency of neural networks of a brain is the factor of the subjective (emotional) value of information fixed in them and subjected at present moment to processing. The factor of subjectivity can be considered as the intra network operator of processing of information in a brain which defines what information is biologically and/or socially expedient in the terms "well- bad", "negatively- positive", "pleasure-unpleasure" and so forth.

3. Such biologically and/or socially caused activity of neural networks of a brain is carried out through relay functions of the synapses participating in detecting of information fixed in one neural networks, by other neural networks and issued in the form of certain mental constructs (first of all, mental images). It allows neural networks to influence systemically at each other and to integrate the fixed in them biologically and/or socially expedient information for formation of adequate behavioral answers in the conditions of environmental novelty, i.e. in the conditions of deficiency of information.

4. The neural networks of a brain which are carrying out integration operations of the life-span experience are the networks separated physically (physiologically) and, therefore, not capable to realize biologically and/or socially expedient bioelectric links between sensory input and motor output in the conditions of new environmental influences [1]. In this case integration of information can be carried out only within the sphere of mentality, in which there are possible those information operations (value judgment of information, the subjective choice of information) which aren't possible for carrying out in neural networks of a brain in itself if they didn't realize mental processes. Above-mentioned operations on processing of information, perhaps, are carried out by means of quantum-mechanical phenomena of superposition, a collapse of wave function [2]. by means of these phenomena synapses of one neural networks can modulate bioelectric activity of other neural networks on the basis of the integrated information formed in other (operating) neural networks in the form of the mental phenomena (mental images, for example).

5. Thus, the mental phenomena in neural networks of a brain can act as the system-creating factor (P. K. Anokhin) "compelling" the physical and physiological processes proceeding in neural networks to be subordinated with biological (and later in evolution social) expediency, fixing necessary information, integrate within the specified expediency forms, and realizing it in behavioral acts.

#### REFERENCE

1. Soloviov O.V. Neuronal Networks Responsible for Genetic and Acquired (Ontogenetic) Memory: Probable Fundamental Differences (2015). – *Neurophysiology*, Volume 47, issue 5, pp. 419-431. DOI 10.1007/s11062-016-9550-5

2. Stapp H.P. Impact of Quantum Mechanics on Human Values (2011). *Mindful Universe*, 139-143.

### РАЗЛИЧИЯ СВЯЗИ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ С ПОВЕДЕНИЕМ У КРЫС РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Соловьева О.А., Кузина Е.А., Ивлиева Н.П., Горкин А.Г., Александров Ю.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Институт психологии РАН". Москва.  
Российская Федерация. [SAolga@yandex.ru](mailto:SAolga@yandex.ru)

Выполнение индивидом сформированного в экспериментальной установке циклического инструментального пищедобывательного поведения (ЦИПП) сопровождается актуализацией множества систем поведенческих актов, приобретенных как во время, так и до обучения этому поведению. Состав систем непостоянен и зависит от степени консолидации навыка (Кузина и др., 2013, 2015). У взрослых крыс показано преобладание относительного числа специализированных нейронов «новых» систем над «старыми» в ретроспленальной области коры (ПК) при реализации нового навыка (Гаврилов, 2002, Svarnik et al., 2003). В то же время неизвестно, каков состав систем и какова вариативность их актуализации при реализации нового для индивида поведения в старости.

Цель исследования состояла в сравнении состава систем, вовлекающихся в обеспечение ЦИПП, у старых и взрослых индивидов.

Исследование было проведено на взрослых (6-12 месяцев,  $n=4$ ) и старых (старше 20 месяцев,  $n=4$ ) крысах линии Лонг-Эванс. Животных обучали ЦИПП в установке, оборудованной двумя педалями и двумя кормушками по углам. У обученных животных регистрировали импульсную активность нейронов РК во время реализации ЦИПП на обеих сторонах установки. Нейроны классифицировали относительно актов ЦИПП: 1) нажатия педали(ей) с подходом(ами) и без (далее: П-нейроны), 2) проверки кормушки(ек) с отходом/подходом и без (далее: К-нейроны), 3) прочие движения (далее: Д-нейроны).

У старых крыс было 3 (2%) специализированных относительно актов ЦИПП нейрона с  $P = 100\%$  из 163 зарегистрированных (у взрослых крыс было 20 таких нейронов (12%) из 172;  $p < 0.001$ ). Анализ всей совокупности К-нейронов с  $P \geq 60\%$  выявил увеличение их доли в группе старых крыс (старые: 23 (14%) из 163, взрослые: 9 (5%) из 172,  $p = 0.005$ ). Соотношение Д-нейронов с  $P \geq 60\%$  было обратным в этих группах (старые: 17 (10%) из 163, взрослые: 32 (19%) из 172,  $p = 0.024$ ). Была обнаружена тенденция к снижению доли П-нейронов с  $P \geq 60\%$  в старости (старые: 15 (9%) из 163, взрослые: 26 (15%) из 172,  $p = 0.068$ ).

Полученные нами данные об уменьшении в старости доли специализированных нейронов согласуются с данными о падении доли селективных нейронов орбито-фронтальной коры у старых крыс в задаче на различение запахов (Schoenbaum et al., 2006). Таким образом, в старости при формировании нового навыка происходит повышенная вариативная актуализация «старых» систем поведенческих актов на фоне снижения участия «новых» систем». Эти данные согласуются с гипотезой, что в старости адаптация происходит за счет перекомбинации отношений между старыми системами в большей степени, чем за счет формирования новых. Это ведет к феномену «ухудшения памяти».

*Эта работа поддержана грантом РФФ № 14-28-00229.*

### DIFFERENCES IN BEHAVIORALLY SPECIFIC CELLS FIRING IN RATS OF DIFFERENT AGE

Solovieva O.A., Kuzina E.A., Ivlieva N.P., Gorkin A.G., Alexandrov Yu.I.

Institute of Psychology RAS. Moscow. Russian Federation. SAolga@yandex.ru

Individual performance of formed in the experimental cage cyclical instrumental food-procuring behavior (CIFB) is accompanied by actualization of a set of behavioral acts systems acquired both during and prior to learning this behavior. The combination of systems is unstable and depends on the degree of skill consolidation (Kuzina et al., 2013, 2015). In adult rats, the relative prevalence of specialized neurons of "new" systems relative to "old" ones was shown in retrosplenial cortex (RC) during performance of a new skill (Gavrilov, 2002, Svarnik et al., 2003). At the same time it is not known, what is the combination of systems and their actualization variability in the performance of a newly formed behavior in old age.

The purpose of the study was to compare the composition of the system, is involved in the provision of CIFB, in older adults, and individuals.

The study was carried out on adult (6-12 months,  $n = 4$ ) and old (20 months of age,  $n = 4$ ) Long Evans rats. The animals were trained to perform CIFB in a cage equipped with two pedals and two feeders in the corners. We recorded spiking of retrosplenial neurons in trained rats during performance of CIFB. Neurons were classified with respect to acts of CIFB: 1) press the pedal (s) with the approach (s) and without (hereinafter: P-cells), 2) visiting feeder (s) with its leaving / approach and without (further: F-cells), 3) other movements (hereinafter: M-cells).

In old rats were 3 (2%) specialized with respect to CIFB acts neurons with  $P = 100\%$  of the 163 registered (while there were 20 of such neurons (12%) of 172 in adult rats;  $p < 0.001$ ). An analysis of the entire set of F-cells  $P \geq 60\%$  showed an increase in their portion in old rats (old: 23 (14%) of the 163; adults: 9 (5%) of 172,  $p = 0.005$ ). M-cells with  $P \geq 60\%$  ratio was reversed in those groups (old: 17 (10%) of 163; adults: 32 (19%) of 172;  $P = 0.024$ ). It was found a tendency to decrease the portion of P-cells with  $P \geq 60\%$  in old age (old 15 (9%) of 163; adults: 26 (15%) of 172,  $p = 0.068$ ).

Our findings about the reduction in old age of the relative portion of specialized neurons agree with the data on the fall of the portion of selective neurons in the orbitofrontal cortex of aged rats in the task to differentiate between odors (Schoenbaum et al., 2006). Thus, in old age the formation of a new skill is accompanied with increased variable actualization of the "old" behavioral systems and decreased participation of "new" systems. These data are consistent with the hypothesis that in old age is due to adaptation recombination relationship between older systems are more than due to the formation of new ones. This leads to the phenomenon of "memory impairment". *This work was supported by Russian Scientific Foundation grant № 14-28-00229.*

### ПРОЯВЛЕНИЕ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА В УСЛОВИЯХ ЭМОЦИОНАЛЬНО НАПРЯЖЕННОГО ТРУДА

Соловьева С.В.<sup>1</sup>, Бадашкова О.В.<sup>1</sup>, Соловьев В.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия; [svsolov@mail.ru](mailto:svsolov@mail.ru)

Социально-экономические ситуации в мире привели к возрастанию стрессорных нагрузок в различных сферах жизни людей. Этому также способствовали участвовавшие военные конфликты, естественные и техногенные катастрофы. Значительное психоэмоциональное напряжение неизбежно возникает у военнослужащих в зоне боевых действий, в условиях реальной угрозы для жизни и здоровья. Сложность профессиональной деятельности ОВД способствует возникновению целого комплекса факторов, вызывающих психоэмоциональный стресс у сотрудников специальных подразделений ОВД. Все это сказывается на таких показателях как ситуативная и личностная тревожность, нервно-психическая устойчивость, стрессоустойчивость.

Известно, что психоэмоциональный стресс оказывает огромное влияние на развитие многих психосоматических заболеваний: неврозов, психозов, сердечно-сосудистых заболеваний, онкологических заболеваний и т.д.

Целью исследования было оценить выраженность психоэмоционального стресса у лиц профессионально связанных с экстремальными условиями труда.

Обследованы 240 сотрудников ОВД города Тюмень в возрасте от 25 до 35 лет, со стажем службы в ОМОН и СОБР более 3 лет. В качестве характеристик психоэмоционального стресса были избраны ситуативная, личностная тревожность, стрессоустойчивость и невроз, как пограничная психическая реакция.

Для оценки личностной и ситуативной тревожности применялся тест «Шкала самооценки» Ч.Д. Спилбергера, Ю.Л.Ханина. Стрессоустойчивость определялась по методике Т. Холмса и Р. Пейге и склонность к неврозам – по методике экспресс-диагностики невроза А.Г. Наймушиной (2000).

Результаты данного исследования свидетельствуют о том, что специалисты экстремального профиля имеют высокую нервно-психическую устойчивость, у них практически нет риска дезадаптации при психоэмоциональном стрессе. Большинство испытуемых (более 80 %) имеют средние и низкие показатели тревожности, что говорит о надежности сотрудников ОВД в процессе деятельности в экстремальных условиях. Это свидетельствует о хорошей готовности большинства обследованных противостоять неблагоприятным изменениям внешней среды.

### **MANIFESTATION OF A PSYCHOEMOTIONAL STRESS IN THE CONDITIONS OF EMOTIONALLY INTENSE WORK**

**Solovveva S.V.<sup>1</sup>, Badashkova O.V.<sup>1</sup>, Solovvev V.S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Public budgetary educational institution of higher professional education is the Tyumen state medical university, Tyumen, Russia; <sup>2</sup>Federal public budgetary educational institution of higher education is the Tyumen state university, Tyumen, Russia; [svsolov@mail.ru](mailto:svsolov@mail.ru)

Social and economic situations in the world led to increase the stress voltage of loadings in various spheres of life of people. It was also promoted by the become frequent military conflicts, natural and technogenic catastrophes. The considerable psychoemotional pressure inevitably arises at the military personnel in a zone of military operations, in the conditions of real threat for life and health. Complexity of professional activity of Department of Internal Affairs promotes emergence of the whole complex of the factors causing a psychoemotional stress in the staff of special divisions of Department of Internal Affairs. All this affects such indicators as situational and personal uneasiness, psychological stability, resistance to stress.

It is known that the psychoemotional stress has huge impact on development of many psychosomatic diseases: neuroses, psychoses, cardiovascular diseases, oncological diseases, etc.

Research objective was to estimate expressiveness of a psychoemotional stress at the faces which are professionally tied with extreme working conditions.

240 employees of Department of Internal Affairs of the city of Tyumen aged from 25 till 35 years are examined, with an experience of service in OMON and SOBR there are more than 3 years. As characteristics of a psychoemotional stress situational, personal uneasiness, resistance to stress and neurosis as boundary mental reaction were chosen.

The Self-assessment Scale test of Ch.D. Spilberger, Y. L. Khanin was applied to an assessment of personal and situational uneasiness. Resistance to stress was determined by T. Holmes and R. Rage technique and tendency to neuroses – by a technique of express diagnosis of neurosis of A.G. Naymushina (2000).

Results of this research testify that experts of an extreme profile have high psychological stability, they practically have no risk of disadaptation at a psychoemotional stress. Most of examinees (more than 80%) have average and low values of uneasiness that speaks about reliability of staff of Department of Internal Affairs in the course of activity in extreme conditions. It testifies to good readiness of the majority surveyed to resist to adverse changes of environment.

### **ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ МОТОРНЫХ ОТВЕТОВ В РАЗЛИЧНЫХ МЫШЦАХ РУК ОТ ВИБРИРУЕМОЙ МЫШЦЫ: ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ**

**Солопова И.А.<sup>1</sup>, Селионов В.А.<sup>1</sup>, Гареева Р.Р.<sup>2</sup>, Жванский Д.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт проблем передачи информации РАН, Москва, Россия, [solopova@iitp.ru](mailto:solopova@iitp.ru)

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (ГУ), Долгопрудный

Ранее было показано, что в условиях разгрузки конечностей вибростимуляция разных мышц рук является эффективным средством для активации их произвольных ритмических движений. Активация таких движений основана на повышении возбудимости нейронов генераторов ритмических движений конечностей, локализованных в спинном мозге. Однако, мало известно влияет ли вибрация мышц рук на возбудимость нейронов моторной коры в условиях разгрузки конечностей. Для оценки возбудимости моторной коры применяли метод транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС). Стимулировали представителей мышц руки в моторной коре и вызывали ответы в мышцах этой руки, и исследовали специфичность воздействия вибрации на моторные ответы как в вибрируемой, так и в невибрируемых мышцах этой руки. Также оценивали ответы в мышцах этой руки при вибрации мышц контралатеральной руки. В исследовании приняли участие 6 здоровых испытуемых. Вибрация (0.8 Гц, 1 мм) прикладывалась поочередно к одной из проксимальных (m. biceps brachii (BB); m. triceps brachii (TB); m. deltoideus anterior (DA); m. deltoideus posterior (DP)) и дистальных (m. flexor carpi radialis (FCR); m. extensor carpi radialis (ECR)) мышц каждой руки в стационарных условиях. Ответы в шести мышцах руки (BB, TB, DA, DP, ECR, FCR) регистрировали методом поверхностной электромиографии. В каждой пробе регистрировали по 10 стимулов без и во время вибрации одной из мышц. В 4 из 6 исследованных мышц (BB, TB, DP, FCR) их

вибрация приводила к существенному увеличению моторных ответов при сходном уровне фоновой активности до стимула. Вибрация любой из мышц в большинстве случаев оказывала облегчающее влияние на ответы в других мышцах этой руки. Наибольшее число связей между представителями разных мышц рук в моторной коре наблюдалось при вибрации DP и FCR. Вибрация мышц контралатеральной руки не оказывала влияния на ответы в регистрируемых мышцах. Отсутствие влияний от вибрируемых мышц контралатеральной конечности свидетельствует в пользу того, что повышенный проприоцептивный приток проецируется, в основном, в контралатеральное полушарие головного мозга. Следует отметить, что вибрация дистальных мышц рук увеличивала ответы в проксимальных мышцах, в то время как вибрация проксимальных мышц рук оказывала противоположное влияние на ответы в дистальных мышцах. Таким образом, активация проприоцепторов мышц рук не только влияет на возбудимость мотонейронов спинного мозга, но в большинстве случаев в значительной степени повышает импульсацию нейронов моторной коры, предполагая участие моторной коры в организации паттернов двигательной активности верхних конечностей.

*Работа осуществлялась при поддержке РФФИ № №15-04-02825, 16-29-08181*

#### **THE DEPENDENCE OF THE MAGNITUDE OF MOTOR RESPONSES IN VARIOUS MUSCLES OF THE ARMS ON VIBRATED MUSCLE: EXAMINATION BY MEANS OF TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION.**

**Solopova I.A.<sup>1</sup>, Selionov V.A.<sup>1</sup>, Gareeva R.R.<sup>2</sup>, Zhvansky D.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute for Information Transmission Problems, RAS, Moscow, Russia, solopova@iitp.ru

<sup>2</sup>Moscow Institute of Physics and Technology (State University), Dolgoprudny, Russia

It has been previously shown that in unloading limbs condition vibration of different arm muscles is effective for activation their involuntary rhythmic movements. Activation of such movements based on the increased excitability of the central pattern generators for limb rhythmic movements, localized in the spinal cord. However, little is known whether the vibration of the arm muscles influences on the neuronal excitability of the motor cortex in unloading limb conditions. To assess excitability of the motor cortex the method of transcranial magnetic stimulation (TMS) was employed. Representations of arm muscles in the motor cortex were stimulated and responses in the muscles of that arm were evoked. We have investigated the specificity of the effects of vibration on motor evoked potentials in vibrated and nonvibrated arm muscles. Also the responses in the same arm muscles were evaluated during contralateral arm muscles vibration. Six healthy subjects participated in this study. Vibration (0.8 Hz, 1 mm) was applied alternately to one of the proximal (m. brahii biceps (BB); m. brahii triceps (TB); m. deltoideus anterior (DA); m. deltoideus posterior (DP)) and distal (m. flexor carpi radialis (FCR); m. extensor carpi radialis (ECR)) muscles of each arm in a static conditions. The responses in six arm muscles (BB,TV, DA,DP, ECR, FCR) were recorded via surface electromyography. In each trial 10 stimuli without and during vibration of one muscle were recorded. In 4 of the 6 examined muscles (BB,TV, DP, FCR) vibration of these muscles led to a significant increase of motor responses at a similar background activity level before the stimulus application. The vibration of any muscle in most cases had a facilitating effect on responses in other muscles of the same arm. The greatest number of links between representations of different arm muscles in the motor cortex was observed during the DP and FCR vibration. The muscle vibration of the contralateral arm had no effect on responses in the recorded muscles. No effects from vibrated muscles of the contralateral limb is indicative of the fact that the increased proprioceptive inflow is projected primarily to the contralateral cerebral hemisphere. It should be noted that the vibration of the distal muscles of the arms increased the responses in the proximal muscles, while the vibration of the arm proximal muscles had the opposite effect on the responses in distal muscles. Thus, activation of arm muscle proprioceptors not only affects the spinal cord motoneurons excitability, but in most cases, to a large degree increases the discharge of motor cortex neurons, suggesting the involvement of motor cortex in the organization of patterns of upper limbs motor activity.

*Work was supported by the RFBR № № 15-04-02825, 16-29-08181*

#### **РАЗРАБОТКА СТАНДАРТИЗИРОВАННОГО ТЕСТА ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕЧИ ПРИ АФАЗИИ: ЗАДАНИЯ НА ПОРОЖДЕНИЕ РЕЧИ**

**Солоухина О.А.<sup>1</sup>, Иванова М.В.<sup>1</sup>, Акинина Ю.С.<sup>1</sup>, Худякова М.В.<sup>1</sup>, Искра Е.В.<sup>1,3</sup>, Купцова С.В.<sup>1,3</sup>,  
Крабис А.В.<sup>1</sup>, Ахутина Т.В.<sup>2</sup>, Драгой О.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, Москва, Россия; <sup>2</sup>МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия; <sup>3</sup>Центр патологии речи и нейрореабилитации, Москва, Россия; osoloukhina@hse.ru

В настоящий момент существует острая потребность в современном русскоязычном стандартизированном тесте для оценки речи при афазии и других нейрогенных речевых расстройствах. Наша группа работает над созданием Русского Афaziологического Теста (РАТ), который учитывает современные модели языковой обработки и принципы психометрии. В рамках этой работы были разработаны задания на устную экспрессивную речь для оценки каждого из языковых уровней:

- Для фонетического и лексического – устное повторение слов и псевдослов, образованных от существующих в языке лексем путём замены одной фонемы. В задании варьируется длина слов и псевдослов, а также частотность слов.

- Для лексического – повторение предложений четырёх типов: короткие и длинные, каждые с высокочастотными и с низкочастотными словами.

- Задание, представляющее в некотором роде промежуточный уровень между лексической и семантической системой, включает в себя воспроизведение автоматизированных рядов и договаривание фраз с жёстким контекстом

- Для семантического – название существительных и глаголов по рисунку, при отборе проб были учтены следующие психолингвистические факторы: устойчивость номинации, сходство образа с рисунком, визуальная сложность, знакомство с концептом, возраст усвоения, представимость, частотность и длина.

- Для синтаксического – порождение логико-грамматических конструкций по образцу (синтаксический прайминг): испытуемый слышит пример предложения, которым экзаменатор описывает рисунок, и в ответ должен составить предложение с аналогичной конструкцией по другому рисунку. В субтесте присутствуют все наиболее употребительные для русского языка обратимые и необратимые конструкции, учитывающие порядок слов в предложении, аргументную структуру сказуемого, а также оценивается ряд предложных конструкций, обозначающих пространственные отношения.

- Для дискурсивного – порождение нарратива: рассказ истории по картинке, на которой изображена кульминация события с участием нескольких персонажей.

Материал для каждого задания был отобран и сбалансирован в соответствии с современными теоретическими языковыми моделями и учитывает значимые психолингвистические факторы. На русском языке для многих заданий не существует стандартизированных аналогов с обширным, теоретически обоснованным и тщательно подобранным лингвистическим материалом. Апробация заданий была проведена на группе нормы (n=20) и пациентах с разными формами афазии (n=20). Как и предполагалось, пациенты хуже справлялись со всеми заданиями по сравнению с возрастной группой нормы; также были выявлены ожидаемые различия между пациентами с беглыми и небеглыми формами афазии. По итогам апробации самые чувствительные и надежные пробы были отобраны в финальную версию теста.

*Исследование проведено при поддержке РФНФ, грант №14-04-00596*

### DEVELOPMENT OF A STANDARDIZED TEST FOR LANGUAGE ASSESSMENT IN APHASIA: LANGUAGE PRODUCTION SUBTESTS

Soloukhina O.<sup>1</sup>, Ivanova M.<sup>1</sup>, Akinina Y.<sup>1</sup>, Khudyakova M.<sup>1</sup>, Iskra E.<sup>1,3</sup>, Kuptsova S.<sup>1,3</sup>, Chrabaszcz A.<sup>1</sup>, Akhutina T.<sup>2</sup>, Dragoy O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; <sup>3</sup>Center for speech pathology and neurorehabilitation, Moscow, Russia; [osoloukhina@hse.ru](mailto:osoloukhina@hse.ru)

There is a need for modern neurolinguistic standardized test for language assessment in aphasia and related neurogenic language disorders in Russian. Our research group is currently working on the development of the Russian Aphasia Test (RAT) that is based on contemporary models of language processing and principles of psychometrics.

Language production subtests assess oral speech at each of the linguistic levels: **phonetic and lexical** (repetition of words and nonwords, formed from the existing lexemes by replacing one phoneme); **lexical** (repetition of sentences of four types: short and long, with high-frequency and low-frequency words each); **semantic** (naming of objects and actions using line drawings); **svntax** (production of logical-grammatical structures after a model sentence – syntactic priming) and **discourse** (narrative stories on the picture, which depicts a culmination of events involving several characters). Also, a task was developed, representing an intermediate level between the lexical and semantic system. It includes production of automated series and finishing phrases with a fixed context.

The material for each task was selected and balanced considering modern theoretical models of language and takes into account important psycholinguistic factors. For many tasks, there is no standardized analogues in Russian with extensive, theoretically justified and carefully selected linguistic material. The subtests were piloted in a group of neurologically healthy individuals (n=20) and patients with different types of aphasia (n=20). As expected patients with aphasia performed worse compared to age-matched healthy controls across all tasks. Items demonstrating high sensitivity and reliability were selected to be included in the final version of the test.

*The research is supported by Russian Scientific Foundation for Humanities (grant №14-04-00596).*

### ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ НА СИНАПТИЧЕСКУЮ ПЛАСТИЧНОСТЬ ГИППОКАМПА У ЖИВОТНЫХ СО СФОРМИРОВАННОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ ОТ МОРФИНА

Сорокина Н.С., Береговой Н.А., Старостина М.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт молекулярной биологии и биофизики»; Новосибирск, Россия; [nina@niimbb.ru](mailto:nina@niimbb.ru)

Актуальность исследования механизмов развития наркотической зависимости определяется растущим уровнем потребления наркотических веществ в современном обществе и необходимостью поиска новых подходов к предупреждению развития и лечению наркотической зависимости. В последние годы большое внимание уделяется окислительному стрессу, как одному из механизмов развития опиатной токсичности в ЦНС. Ранее мы показали, что в ходе развития и на ранних этапах сформированной экспериментальной опиатной зависимости (25-30 дней) наблюдается фасилитация долговременной потенциации (ДВП) мшистых волокон гиппокампа, сменяющаяся затем нарушением выработки и сохранения потенциации. Вызванное длительной наркотизацией нарушение когнитивных способностей является одним из проявлений опиатной токсичности. Потребление морфина коррелирует с окислительным стрессом и продукцией свободных окислительных радикалов в ЦНС, однако, влияние антиоксидантов на развитие хронической зависимости остается мало изученным. Мы анализировали влияние антиоксидантов (витамины Е и С) и эффекты их применения в сочетании с двукратным введением иммуномодулятора Миелопида. Обнаружено, что ни антиоксиданты, ни сочетание их с Миелопидом, не изменяли потребления морфина животными. Антиоксиданты незначительно увеличивали время формирования зависимости, но ослабляли выраженность симптомов абстиненции. В случае использования Миелопида время формирования зависимости существенно увеличивалось и сохранялось ослабление выраженности

симптомов отмены. Нарушение формирования и сохранения ДВП мшистых волокон гиппокампа у крыс, потреблявших морфин, регистрировали с 40-42 дней, и в дальнейшем это нарушение усиливалось. При использовании антиоксидантов и Миелопида в ходе наркотизации характеристики ДВП животных оставались сопоставимыми с параметрами контрольных животных на 50 день потребления наркотика.

Таким образом, использование антиоксидантов и Миелопида в ходе развития хронической зависимости от морфина приводит к увеличению сроков формирования зависимости и поддержанию нормальной синаптической пластичности на поздних сроках потребления наркотика.

### **EFFECT OF ANTIOXIDANTS ON HIPPOCAMPAL SYNAPTIC PLASTICITY IN RATS WITH FORMED MORPHINE DEPENDENCE**

**Sorokina N.S., Beregovoy N.A., Starostina M.V.**

Institute of Molecular Biology and Biophysics, SB RAMS, Novosibirsk, Russia

Studies on the mechanisms of drug dependence development are actual due to an increasing level of drug consumption in modern society as well as to the need to search new approaches to the treatment and prevention of drug dependence. In recent years much attention was devoted to the role of oxidative stress in the opiate toxicity in CNS. Earlier we've shown that facilitation of hippocampal mossy fiber long-term potentiation (LTP) was found during the development and at the early stages of formed experimental opiate dependence (25-30 days) changing then for alterations in LTP induction and maintenance. Impairment of cognitive abilities caused by prolonged drug consumption is one of the manifestations of opiate toxicity. Morphine consumption correlated with oxidative stress and free radical production in CNS, however, the effects of antioxidants in the development of chronic dependence is poorly studied. We analyzed the effect of antioxidants (vitamins E and C) and the effects of their use in combination with a double administration of immunomodulator Myelopid. It was found that no antioxidants or their combination with Myelopid animals did not influence morphine consumption. Antioxidants insignificantly prolonged the period needed for the development of chronic dependence, but weakened the severity of withdrawal symptoms. Administration of Myelopid in combination with antioxidants significantly prolonged the development of chronic dependence and weakened the severity of withdrawal symptoms. Alterations in induction and maintenance of mossy fiber LTP in hippocampal slices from morphine consuming rats could be observed since 40-42-th day and further the manifestation of these alterations intensified. Administration of Myelopid and antioxidants during morphine consumption resulted in preservation of normal LTP characteristics and they remained comparable with the parameters of LTP in hippocampus of control animals even on day 50 of drug consumption.

Thus, the use of Myelopid and antioxidants during the development of chronic morphine dependence leads to prolongation of period necessary for the formation of chronic dependence and maintains normal synaptic plasticity in the later stages of drug use.

### **ВЫДАЮЩИЕСЯ ДОСТИЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ**

**Сороко С.И.**

ФГБУН Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова  
Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия, soroko@iephb.ru

Прошлое и начало нынешнего столетия характеризуются бурным развитием наук о жизни, новыми открытиями в области молекулярной биологии, генетики, иммунофизиологии, нейрофизиологии, внедрением инновационных технологий в диагностику и лечение многих заболеваний. Выдающиеся достижения физики, электроники и информатики явились объективной предпосылкой создания новейших способов и устройств для исследования живых организмов, изучения их молекулярной и функциональной организации. Созданы позитронно-эмиссионные, ядерные магнитно-резонансные компьютерные и фМРТ-томографы, позволяющие изучать не только структурную организацию органов и тканей, ее нарушения при заболеваниях и травмах, но и оценивать функцию отдельных структур головного мозга при выполнении той или иной деятельности. Благодаря открытиям в области нейрофизиологии и нейрокибернетике разрабатываются ВСИ системы (мозг-компьютер-интерфейс), позволяющие «мысленно» управлять техническими устройствами, протезировать утраченные сенсорные функции.

В биологической, как и в любой другой, науке периодически возникает насущная потребность в анализе полученных достижений, оценке их фундаментальной и прикладной значимости. Это помогает не только ознакомиться с приоритетными направлениями развития исследований в той или иной области, проследить эволюцию научных взглядов ведущих специалистов, пути решения неординарных задач, но и переосмыслить результаты собственных исследований и, может быть, найти новые пути решения сложных проблем. Лекция посвящена анализу наиболее значимых достижений биологической науки в XX и начале XXI века, явившихся основой многих прорывных технологий в области медицины.

### **OUTSTANDING ACHIEVEMENTS OF FUNDAMENTAL BIOLOGICAL SCIENCES AND THEIR IMPORTANCE FOR APPLIED MEDICINE**

**Soroko S.I.**

I.M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; soroko@iephb.ru

The past and the beginning of the century is characterized by rapid development of sciences about life, new openings in the field of molecular biology, genetics, immunophysiology, neurophysiology, introduction of innovative technologies in diagnostics and treatment of many diseases. Outstanding achievements of physics, electronics and informatics were the objective preconditions for creation of the newest approaches and devices of alive organisms research, studying of their molecular and functional organization.



The positron emission and functional magnetic resonance tomography were created, that allowed not only the structural organization of bodies and tissues, injuries and violations exploring at diseases, but also observation of the separate structures functions of a brain when performing this or that activity. Due to neurophysiology and neurocybernetics progress, the BCI systems (brain-computer-interfaces) are elaborating allowing "mentally" to operate technical devices, prosthesis of the lost sensory functions develops.

In biological, as well as in any other field of science, there is a pressing need in the analysis of the received achievements and assessment of their fundamental and applied importance. It helps not only the priority directions of development of researches in this or that area to get acquainted with, but also to track the evolution of the scientific views of leading experts, their approaches of extraordinary problems solutions, but also to rethink results of own researches and, maybe, to find new ways to complex problems solving. The lecture is devoted to the analysis of the most significant achievements of biological science in XX and the beginning of the 21st century that were the basis of the breakthrough technologies in the field of medicine.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕЗОПОРНОСТИ НА ТОЧНОСТЬ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ ПРОСТЕЙШИХ ФИГУР В ПРОСТРАНСТВЕ**

**Соснина И.С., Носикова И.Н., Помелов Р.С., Зеленский К.А., Томиловская Е.С., Шипов А.А., Козловская И.Б.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации — Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; e-mail: [radostniyden@mail.ru](mailto:radostniyden@mail.ru)

Целью данной работы явилось изучение влияния безопорности на характеристики пространственно ориентированных движений руки. В исследовании принимало участие 11 испытуемых – добровольцев в возрасте 24,1 ( $\pm 3,45$ ) лет, безопорность воспроизводили методом «сухой» иммерсии (Шульженко, Виль-Вильямс, 1975 г.), длительность которой составляла 6 часов. Исследования проводили до начала СИ, после 4 часов иммерсионного воздействия, и через два часа после его завершения. В задачу испытуемого входило воспроизведение эталонных линий (длиной 20 см) горизонтальными или вертикальными движениями руки в различных комбинациях условий: с открытыми или закрытыми глазами, а также при наклоне головы к правому плечу. В ходе выполнения задачи регистрировали амплитудные и кинематические параметры движений руки с использованием системы магнитных датчиков фирмы Ascension Technology Corp, США. Анализировали угол отклонения прямой, полученной при экстраполяции траекторий движения руки испытуемого, от эталона – линии горизонта и вертикальной линии.

Анализ роли зрительной обратной связи при воспроизведении горизонтальных линий при прямом положении головы не выявили значимых отличий во всех сессиях эксперимента ( $3,0 \pm 0,66^\circ$  в ходе СИ против  $2,49 \pm 0,085^\circ$  в фоновых исследованиях). В то же время при воспроизведении вертикальных линий без зрительной обратной связи в этих условиях наблюдалось достоверное увеличение угла отклонения от эталона в ходе СИ ( $7,56 \pm 1,309^\circ$  против  $3,77 \pm 0,65^\circ$  в фоновых исследованиях)

Оценка вклада фактора наклона головы к плечу в точность воспроизведения рукой горизонтальных и вертикальных линий без зрительной обратной связи выявила достоверную значимость его как в фоновых исследованиях, так и после завершения СИ ( $p < 0,05$ ). Сравнение угла отклонения от эталонного при выполнении задачи в вертикальной и горизонтальной плоскости выявило достоверно большие изменения в ходе СИ при воспроизведении вертикальных линий во всех экспериментальных условиях.

Таким образом, проведенные исследования показали, что опорная афферентация в совокупности с афферентацией зрительной и проприоцептивной принимает участие в определении координат собственного тела и движений его сегментов. При этом роль опорной афферентации существенно возрастает при выпадении зрительной информации.

*Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект №14-25-00167)*

### **STUDY OF THE EFFECTS OF SUPPORT WITHDRAWAL ON ACCURACY OF VOLUNTARY MOVEMENTS IN THE TASK OF SPATIAL REPRODUCTION OF SIMPLE FIGURES**

**Sosnina I.S., Nosikova I.N., Pomelov R.S., Zelenskiy K.A., Tomilovskaya E.S., Shipov A.A., Kozlovskaya I.B.**  
RF SSC – Institute of Biomedical Problems of the RAS, Moscow, Russia, e-mail: [radostniyden@mail.ru](mailto:radostniyden@mail.ru)

The aim of the work was to study the effects of support withdrawal on characteristics of spatial oriented arm movements. Eleven healthy volunteers at age of 24,1 $\pm$ 3,45 took part in the study. Support withdrawal was reproduced by the method of 6 hours Dry Immersion (DI) (Shulzhenko, Vil-Villiams, 1975). Testings were carried out before DI, at the 4<sup>th</sup> hour of DI and 2 hours after its accomplishment. The motor task consisted of reproducing of reference lines (20 cm of length) by horizontal and vertical arm movements at different combination of task conditions: with eyes opened and closed and with the head straight or tilted-to shoulder. Amplitude and kinematic parameters of movement were registered using magnetic sensors (Ascension Technology Corp, USA). The angle of deviation of the movement trajectory from etalon – horizontal or vertical line – was analyzed.

Analysis of visual feedback role in reproducing of horizontal lines when the head is straight didn't reveal significant difference at all the sessions of the study ( $3,0 \pm 0,66^\circ$  in DI and  $2,49 \pm 0,085^\circ$  before DI). At the same time when reproducing vertical lines without visual feedback significant increase of the angle of deviation from etalon during DI ( $7,56 \pm 1,309^\circ$  in DI and  $3,77 \pm 0,65^\circ$  before DI).

Assessment of head tilt-to-shoulder contribution in the accuracy of arm movements without visual feedback revealed its significance before Di as well as after its accomplishment ( $p < 0,05$ ). The changes were more pronounced in the tasks of vertical lines reproducing.

Thus, the study has shown that support afferentation together with visual and proprioceptive one takes part in definition of body and its segments' coordinates. The role of support information increases under conditions of visual information deficit.

*The study is supported by RSF project №14-25-00167.*

## **ЩЕЛЕВЫЕ КОНТАКТЫ, СИНЦИТИАЛЬНЫЕ ПЕРФОРАЦИИ И СЛИЯНИЕ НЕЙРОНОВ. РЕАБИЛИТАЦИЯ РЕТИКУЛЯРИЗМА ГОЛЬДЖИ**

**Сотников О.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; ossotnikov@mail.ru

Гольджи и его сторонники долгое время придерживались теории ретикуляризма. Прошло 110 лет с тех пор, как Нобелевский комитет присудил ему и Кахалю одну премию на двоих. Он чувствовал правоту обеих теорий. Так, Рамон и Кахаль сосредоточил свое внимание на четко выделенных методикой Гольджи одиночных телах нейронов с их эфферентными терминалями. Тогда как Гольджи и другие нейронисты лелеяли мечту раскрыть физиологическую истину плотной сетевидной субстанции нервных волокон, их арборизаций и синцитиальных электрических связях. Гольджи, Рецонико, Янг знали о существовании синцития между отдельными отростками нейронов беспозвоночных, но не придали ему большого значения. Поэтому, в принципе, дискуссия: "Нейронная или ретикулярная теория" могла быть решена ранее. Обе теории были правы. Ни один из дискутирующих не обратил внимания на открытие Чарльза Шеррингтона и Ивана Бабухина, которым удалось показать, что импульс в нервных волокнах способен распространяться в разные стороны, в том числе и внутри ретикулума. Однако открытие химических синапсов с помощью электронного микроскопа, казалось бы окончательно доказало правоту нейронистов. Но в той же электронной микроскопии произошла настоящая революция. Были описаны электрические синапсы. Они показали, во-первых, что нервные волокна часто адгезионно соединены между собой морфологически и электрически. Это почти снимало главное препятствие, мешающее признать идеи ретикуляризма. Импульс мог возвращаться в прежнее место, меняя частоту и ритмику импульсации. Появился совершенно новый принцип нервной деятельности. Многочисленные исследования показали, что коннексиновые наноскопические каналы способны расширяться, пропуская через себя в определенных случаях и крупные молекулы, и даже вирусы. В последних исследованиях проф. Белоусова показано, что щелевые контакты при их увеличении вызывают гибель нейронов, которая, как известно, не может протекать без явления демембранизации. Оказалось, что коннексиновые поры могут, увеличиваясь, достигать размеров синцитиальных микроскопических пор. Щелевые контакты способны превращаться в синцитии, расширение которых, может достигать половины диаметра клетки. В этих случаях оба ядра соседних клеток превращаются в дикарионы. Мы это явление воспроизвели прижизненно. Возможно, часть из нейронов, перенесших значительную демембранизацию, не способна перенести такую альтерацию и дегенерирует. Однако не исключено, что спаренные клетки, сохранившие значительную часть мембраны, сливаются, образуя дикарионы, и продолжают функционировать. Во всяком случае, у них продолжается рост нейритов и генерация спайков. Мы предлагаем сформулировать новый процесс демембранизации: щелевые контакты превращаются в синцитиальные поры. Последние расширяются до нескольких двуядерных клеток, которые либо дегенерируют, либо восстанавливаются до полноценных дикарионов.

## **ЭФФЕКТЫ НЕЙРОТРАНСПЛАНТАЦИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ИПСК ПРИ БОЛЕЗНИ ГЕНТИНГТОНА, СМОДЕЛИРОВАННОЙ У КРЫ**

**Ставровская А.В., Ямщикова Н.Г., Ольшанский А.С., Гущина А.С., Иллариошкин С.Н., Коновалова Е.**  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр неврологии», Москва, Россия, [alla\\_stav@mail.ru](mailto:alla_stav@mail.ru)

Болезнь Гентингтона- нейродегенеративное заболевание, вызванное полиглутамин-кодирующей мутацией в гене НТТ. Прогрессирующая гибель нейронов сопровождается двигательными нарушениями, когнитивными и аффективно-поведенческими расстройствами. Для изучения патогенеза и способов терапии осуществляется моделирование БГ на животных, в частности, с использованием 3-нитропропионовой кислоты (3-НПК). На данной модели можно варьировать степень поражения нейронов стриатума и характер неврологических нарушений.

Цель работы – изучение возможности коррекции симптомов БГ, смоделированной у крыс, путем трансплантации индуцированных плюрипотентных стволовых клеток, дифференцированных по нейрональному типу (ДИПСК).

Работа была выполнена на крысах-самцах линии Wistar (n=21). Для получения модели БГ ежедневно в течение 2-х недель внутрибрюшинно вводили 3-НПК в дозе 15 мг/кг. После этого проводили стереотаксическую операцию по нейротрансплантации ДИПСК. В хвостатые ядра мозга крыс билатерально вводили суспензию 5x10<sup>5</sup> дифференцированных клеток в 5мкл физиологического раствора, контрольным животным вводили физиологический раствор в том же объеме.

Изучение изменений поведения и неврологических нарушений проводили при помощи тестов «открытое поле» («ОП») и УРПИ. Фиксирование и анализ поведенческих экспериментов проводили с помощью системы видео наблюдения Any-maze.

Были получены следующие результаты: хроническое введение 3-НПК приводило к значительному снижению двигательной активности и исследовательского поведения крыс в «ОП». Нейротрансплантация ДИПСК приводила восстановлению их двигательной активности до исходного уровня. При тестировании воспроизведения УРПИ было обнаружено, что у контрольных животных ослаблялись условные реакции избегания. Введение ДИПСК привело к резкому возрастанию величины латентного периода перехода в темный отсек камеры.

Таким образом, нейротрансплантация ДИПСК оказала выраженное позитивное влияние на поведение экспериментальных животных. Проведённое исследование показало перспективность данной модели БГ для изучения возможности коррекции нарушенного поведения модельных крыс путём трансплантации ДИПСК. Полученные данные открывают перспективу новых подходов к терапии нейродегенеративных заболеваний.

## EFFECTS OF NEUROTRANSPLANTATION OF DIFFERENTIATED iPSCS IN HUNTINGTON'S DISEASE MODELED IN RATS

**Stavrovskaya A.V., Yamshikova N.G., Olshansky A.S., Gushchina A.S., Illarionov S.N., Konovalova E.**  
Research Center of Neurology, Moscow, Russia, [alla\\_stav@mail.ru](mailto:alla_stav@mail.ru)

Huntington's disease (HD) is a neurological disorder caused by a genetic mutation in the IT15 gene. Progressive cell death in the striatum and cortex, and accompanying declines in cognitive, motor, and psychiatric functions, are characteristic of the disease. Animal models of HD have provided insight into disease pathology and the outcomes of therapeutic strategies. The model, based on 3-nitropropionic acid, allows us to vary the degree of neuronal damage in the striatum and nature of the neurological disorders.

The purpose of this experiment was to study the possibility of correction of symptoms HD in rats by transplanting induced pluripotent stem cells, differentiated in neuronal type (dIPSK).

The work was performed on Wistar male rats ( $n = 21$ ). HD was developed by administering of 3-NP (15 mg / kg), intraperitoneally, daily for 15 days. This was followed by stereotactic surgery for dIPSK neurotransplantation. Suspension containing bilaterally  $5 \times 10^5$  dIPSK in 5  $\mu$ l saline was injected bilaterally into nucleus caudatus of the rat brain, control animals were injected with saline in the same volume.

The animals were assessed for their behavioral performance in terms of motor (spontaneous locomotor activity in open field (OF)), and cognitive (PA test) functions. Registration of behavioral experiments were performed using a video system Any-maze, data was analyzed using one way analysis of variance (ANOVA).

It was shown that chronic administration of 3-NP led to a significant reduction in locomotor activity and investigatory behavior of rats in the "OF". dIPSK neurotransplantation resulted in recovery of motor activity to baseline. Testing of reproduction of PA reactions has found attenuation of PA conditioned response in the control animals. dIPSK neurotransplantation led to a marked increase in the latent period of transition to the dark compartment of the camera.

Thus, dIPSK neurotransplantation had a positive influence on the behavior of experimental animals. Studies have shown the prospects of this HD model to explore the possibility of correction of behavior impairments in rats by dIPSK transplantation. These data offer the promise of new approaches to the therapy of neurodegenerative diseases.

## СВЯЗЬ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОНОВОЙ ЭЭГ С УРОВНЕМ НЕВЕРБАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**Станкова Е.П., Мышкин И.Ю.**

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия,  
[stankova-katia@yandex.ru](mailto:stankova-katia@yandex.ru)

Перспективным направлением для оценки биологического интеллекта (согласно терминологии Г.Ю. Айзенка) является изучение особенностей физиологии головного мозга путем регистрации его биоэлектрической активности в виде электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Целью настоящего исследования – изучение взаимоотношений между индивидуальными характеристиками фоновой электроэнцефалограммы и уровнем интеллекта (IQ). В исследовании приняли участие 83 студента ЯрГУ. Электроэнцефалограмму регистрировали в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами. Для выявления индивидуальных характеристик ЭЭГ использовали спектральный анализ, а также метод расчета корреляционной размерности ЭЭГ, который позволяет оценить нестационарность и сложность сигнала ЭЭГ. Биологический интеллект оценивали с помощью теста «Домино». Из 83 обследованных нами испытуемых 14 обладали интеллектом выше среднего ( $>110$ ). При качественной оценке спектров мощности сигнала ЭЭГ мы обнаружили, что у одаренных испытуемых альфа ритм на фоновой ЭЭГ был хорошо выражен, а спектр мощности альфа-ритма чаще всего был бимодальным или полимодальным альфа-ритмом. Мы полагаем, что ЭЭГ у индивидов с высоким интеллектом, как правило характеризуется несколькими нейронными ансамблями, которые генерируют альфа-ритм, что в то время как у испытуемых со средним интеллектом такой особенности не выявлено. При анализе сложности сигнала ЭЭГ обнаружили, что величина корреляционной размерности, рассчитанная для альфа и бета диапазонов, а, следовательно, и сложность сигнала ЭЭГ, положительно связана с уровнем интеллекта в затылочных (O1 и O2), правых лобном (F8) и переднелобном (Fp2), левых височном (T3) и задневисочном (T5) отведениях. Коэффициент корреляции Спирмена составил от +0,26 до +0,37. Спектральный анализ показал, что мощность альфа-ритма (8-14 Гц) и низкочастотного бета ритма (14-20 Гц) была значимо положительно связана с уровнем интеллекта в затылочных (O1, O2), теменных (P3, P4), центральных (C3, C4), височных (T3, T4) и левом задневисочном (T5) отведениях. Коэффициенты корреляции составили от + 0,25 до +0,37. Таким образом, проведенные исследования обнаружили положительную связь между разнообразием генераторов ритмов в альфа- и бета – диапазоне ЭЭГ и IQ, рассчитанным по тесту «Домино». Также показана положительная связь между уровнем согласованности в работе нейронных ансамблей, которая выражается в увеличении мощности альфа и бета ритмов, и успешностью решения теста на интеллект.

## RELATIONSHIP BETWEEN INDIVIDUAL FEATURES OF EEG AND NON-VERBAL INTELLIGENCE LEVEL

**Stankova E.P., Mishkin I.Y.**

Yaroslavl state university (YSU), Yaroslavl, Russia, [stankova-katia@yandex.ru](mailto:stankova-katia@yandex.ru)

A perspective direction for the assessment of biological intelligence (according to the H.J. Eysenck terminology) is the study of brain physiology features by recording its bioelectric activity of the electroencephalogram (EEG). The aim of this study was to investigate the relationship between individual characteristics of background EEG activity and level of intelligence (IQ). The study involved 83 students of YSU.

Electroencephalogram was recorded in a resting state with eyes closed. In order to identify the individual characteristics of the EEG we used EEG spectral analysis and the method of calculation of correlation dimension of EEG (CD), which evaluate the unsteadiness and the complexity of the EEG signal. We assessed biological intelligence by "Domino" test. The 14 subjects from 83 we have surveyed had above-average intelligence ( $> 110$ ). When we carried out a qualitative assessment of the EEG signal power spectra, we found that alpha band on the bright subjects EEG was well marked, and alpha power spectrum most often was bimodal or multimodal. We assume that high intelligence individuals EEG is characterized by variety neural ensembles – generators of alpha activity, while in group of the average intelligence subjects such feature was not observed. When we analyzed the complexity of the EEG signal, we have found that the magnitude of the correlation dimension, calculated for the alpha and beta bands, and hence the complexity of the EEG signal is positively correlated with the level of intelligence in the occipital (O1 and O2), the right frontal (F8) and frontal polar (Fp2), left temporal (T3) and the posterior temporal (T5) sites. Spearman correlation coefficient was between 0.26 to 0.37. Spectral analysis showed that the alpha band power (8-14 Hz) and low frequency beta band power (14-20 Hz) was significantly positive associated with intelligence level in the occipital (O1, O2), parietal (P3, P4), central (C3, C4), temporal (T3, T4) and the left posterior temporal (T5) sites. The correlation coefficients ranged from 0.25 to 0.37. We have found a positive connection between diversity of alpha and beta activity generators and IQ calculated by "Domino" test. Also we have shown a positive relationship between the level of cooperation of neural ensembles, which is expressed in the increasing power in alpha and beta bands, and performance in intelligence test.

### **ГЛЮКОЗНОЕ ГОЛОДАНИЕ ПОТЕНЦИРУЕТ ТОКСИЧНОСТЬ $\text{Cu}^{2+}$ В КУЛЬТУРАХ ЗЕРНИСТЫХ НЕЙРОНОВ МОЗЖЕЧКА И СТИМУЛИРУЕТ $\text{Cu}^{2+}$ -ЗАВИСИМОЕ ВЫСВОБОЖДЕНИЕ ЦИНКА** **Стельмашук Е.В.<sup>2</sup>, Генрихс Е.Е.<sup>2</sup>, Александрова О.П.<sup>2</sup>, Зеленова Е.А.<sup>2</sup>, Исаев Н.К.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>МГУ НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского, <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр неврологии» Москва, Россия, isaev@genebee.msu.ru

$\text{Cu}^{2+}$ -интоксикация может возникать в результате профессиональной деятельности, загрязнения окружающей среды, врожденного нарушения метаболизма меди и других факторов. Токсическое действие меди приводит к когнитивной экстрапирамидальной и пирамидальной дисфункции (Kumar et al., 2015). Мы предположили, что глюкозное голодание оказывает влияние на нейротоксичность меди, что было подтверждено в этом исследовании.

Эксперименты были выполнены на культивированных в течение 7-8 суток зернистых нейронах (КЗН) мозжечка, полученных из 7-дневных крыс. Внутриклеточную концентрацию ионов кальция и цинка определяли с помощью флуоресцентных зондов на эти ионы – Fluo-4 AM и FluoZin-3 AM, соответственно.

Хлорид меди ( $\text{CuCl}_2$ , 0,01 mM, 2 ч) не оказывал достоверного влияния на жизнеспособность культивированных зернистых нейронов мозжечка, инкубированных в сбалансированном солевом растворе, однако вызывал интенсивную гибель КЗН при глюкозной депривации (ГД). Блокатор NMDA-подтипа глутаматных рецепторов МК-801 частично, а антиоксидант N-ацетил-L-цистеин (NAC) или хеллатор  $\text{Zn}^{2+}$ , N,N,N',N'-тетраakis(2-пиридилметил)этилендиамин (TPEN) почти полностью защищали КЗН от этой токсичности. Измерение свободного внутриклеточного кальция, используя флуоресцентный зонд Fluo-4 AM и цинка с помощью FluoZin-3 AM показало, что инкубация КЗН в условиях ГД 1 ч вызывала интенсивное возрастание флуоресценции Fluo-4, но не FluoZin-3 в цитоплазме нейронов. Добавление в безглюкозный раствор  $\text{CuCl}_2$  вызывало возрастание флуоресценции как FluoZin-3, так и Fluo-4. МК-801 частично предотвращал вызванную медью стимуляцию флуоресценции Fluo-4, но не изменял интенсивность флуоресценции FluoZin-3. Полученные данные позволяют предположить, что ионы меди в условиях ГД вытесняют ионы цинка из мест их связывания во внутриклеточном депо, усиливают продукцию свободных радикалов, стимулируют высвобождение глутамата, что ведет к  $\text{Ca}^{2+}$ -перегрузке цитоплазмы нейронов и, в конечном итоге, гибели этих клеток.

*Работа поддержана РФФИ (гранты 14-04-00030-а, 15-04-00010-а).*

### **GLUCOSE STARVATION POTENTIATES $\text{Cu}^{2+}$ TOXICITY IN CULTURES OF CEREBELLAR GRANULE NEURONS AND STIMULATES $\text{Cu}^{2+}$ -DEPENDENT ZINC RELEASE**

**Stelmashook E.V.<sup>2</sup>, Genrikhs E.E.<sup>2</sup>, Alexandrova O.P.<sup>2</sup>, Zelenova E.A., Isaev N.K.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Moscow State University A.N.Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, <sup>2</sup>Research Center of Neurology, Moscow, Russia, isaev@genebee.msu.ru

$\text{Cu}^{2+}$ -toxicity may occur as a result from professional activity, environmental contamination, as well as inborn errors of  $\text{Cu}^{2+}$  metabolism and other factors.  $\text{Cu}^{2+}$ -toxicity can lead to cognitive extrapyramidal and pyramidal dysfunctions (Kumar et al., 2015). We hypothesized that glucose starvation has an effect on neurocytotoxic action of copper and this hypothesis was confirmed in the study.

Experiments were performed on 7-8 days cultured cerebellar granule neurons (CGNs) of 7-day rats. The intracellular concentrations of calcium and zinc ions have been monitored by using of fluorescent dyes Fluo-4 AM and FluoZin-3 AM respectively.

Copper chloride ( $\text{CuCl}_2$ , 0.01 mM, 2 h) did not have significant influence on the survival of cerebellar granule neurons incubated in balanced salt solution. However,  $\text{CuCl}_2$  caused severe neuronal damage at glucose deprivation (GD). The glutamate NMDA-receptors blocker MK-801 partially and antioxidant N-acetyl-L-cysteine (NAC) or  $\text{Zn}^{2+}$  chelator, N,N,N',N'-tetraakis(2-pyridylmethyl)ethylenediamine (TPEN) almost entirely protected CGNs from this toxic effect. Measurements of intracellular calcium ions using Fluo-4 AM and zinc ions by FluoZin-3 AM demonstrated that 1 h-exposure to GD induced intensive increase of Fluo-4 but not FluoZin-3 fluorescence in neurons cytoplasm. The supplementation of  $\text{CuCl}_2$  to solution without glucose caused increase of FluoZin-3 and Fluo-4 fluorescence. The stimulation of Fluo-4 but not FluoZin-3 fluorescence by copper at GD could be prevented by MK-801 partially. This data implies that copper ions at GD induce intense displacement zinc ions from

intracellular stores, increase free radical production, glutamate release and Ca<sup>2+</sup> overload of CGNs, that causes death of neurons as a result.

*This work was supported by RFBR Grants 14-04-00030-a, 15-04-00010-a.*

### **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА – ОПЕРАТОРА Стерлигова О.П.**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II»  
(МИИТ(МГУПС), Россия, [sterligova\\_o@mail.ru](mailto:sterligova_o@mail.ru))

Проблема функциональной надежности оператора изучается с точки зрения таких аспектов как: устойчивость профессионально значимых качеств, работоспособности, индивидуально-психологических характеристик. Профессиональная надежность зависит не только от индивидуальных особенностей оператора. Она возрастает в том случае, если учитываются функциональные возможности человека и конструктивные характеристики техники. В данном исследовании приняли участие дежурные по станции и студенты технической специальности. Исследование личностных факторов по методике Р. Кетелла показало, что у дежурных по станции было выявлено преобладание высоких показателей по шкалам: эмоциональная устойчивость, нормативность, самоконтроль. Необходимо отметить, что по шкале тревожность у них отмечен средний уровень. Это можно соотнести с тем, что для работы в сфере транспорта кандидаты в поездные диспетчеры, дежурные по станции, машинисты и помощники машинистов проходят процедуру профессионального психологического отбора. В то время у студентов выявлено преобладание средних показателей по шкалам, что можно соотнести у них со сменой социального положения и возможным наличием кризиса «вхождения во взрослую жизнь». При исследовании внимания у дежурных по станции были выявлены высокие показатели устойчивости внимания. У студентов в ходе исследования был выявлен высокий уровень концентрации внимания. Для дежурного по станции высокие показатели внимания являются одним из главных профессионально-важных качеств, так как ему необходимо принимать информацию от средств отображения информации (СОИ) и работать в режиме многозадачности. Для студентов необходим высокий уровень концентрации внимания с целью обеспечения надежности в образовательном процессе. Они обрабатывают не только большой объем речевой информации, полученной от преподавателей, но и зрительной. Статистический анализ полученных результатов показал, что у дежурных по станции личностные показатели не имеют взаимосвязи с деятельностью, а у студентов данная взаимосвязь присутствует. Отсутствие взаимосвязи между личностными показателями и деятельностью обусловлено тем, что дежурные по станции имеют опыт работы, в результате которого у них сформировались необходимые качества для надежного выполнения деятельности. Таким образом, главная задача проводимых исследований заключается в обсуждении профессионально-психологического отбора и профессионально-важных качеств, которые помогают повысить надежность и обеспечить должный уровень безопасности при работе с транспортными средствами.

### **COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF PROFESSIONAL RELIABILITY OF THE HUMAN OPERATOR Sterligova O.P.**

Federal STATE budgetary educational institution "Moscow state University of means of communication of Emperor Nicholas II" (MIIT(Moscow state railway University), Russia, [sterligova\\_o@mail.ru](mailto:sterligova_o@mail.ru))

The problem of functional reliability of the operator is studied from the point of view of such aspects as: stability of professionally significant qualities, health, individual psychological characteristics. Professional reliability depends not only on the individual characteristics of the operator. It increases in the case, if considered functional human performance and design characteristics of equipment. This study involved duty station and the students of technical specialties. A study of personality factors by the method of R. Katella showed that the duty on the station was revealed the prevalence of high indicators on scales: emotional stability, normativity, self-control. It should be noted that on the scale of anxiety they were middle level. This can be correlated with the fact that to work in the field of transport candidates in train dispatchers, on duty on station, machinists and machinist assistants are in the process of professional psychological selection. At the time, students revealed a predominance of secondary indices that may be correlated with changing social situation and a possible crisis of "entering adulthood". In the study of attention have on duty at the station were revealed high indices of sustained attention. The students in the study identified a high level of concentration. For duty station by the high levels of attention are one of the main professionally important qualities as he will need to take the information from the means of displaying information (SRI) and work in multitasking. For students required high levels of concentration to ensure the reliability in the educational process. They handle not only a large amount of voice information received from teachers, but also visual. Statistical analysis of the results showed that the rescue by station personality indicators have no correlation with activity, and students this взаимосвязи present. The lack of relationship between personality characteristics and activities due to the fact that duty station have experience, in which they formed a necessary quality for reliable performance. Thus, the main objective of this research is to discuss professionally-psychological selection and professionally-important qualities, which help to increase the reliability and to ensure the proper level of security when working with vehicles.

## ИЗМЕНЕНИЯ ТРАНСКРИПТОМА ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ И ГИППОКАМПА ПРИ РАЗВИТИИ ПРИЗНАКОВ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА У КРЫС OXYS

Н.А. Стефанова, Н.И. Ершов, Н.А. Муралева, Н.Г. Колосова

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», Новосибирск, Россия, stefanovan@bionet.nsc.ru

Болезнь Альцгеймера (БА) – самое распространенное нейродегенеративное заболевание. Эффективных методов профилактики БА нет, что обусловлено неполнотой знаний патогенеза заболевания и отсутствием его адекватных биологических моделей. Моделью БА могут служить крысы OXYS, ускоренное старение мозга которых происходит на фоне характерных признаков заболевания: деструктивных изменений и гибели нейронов, снижения плотности синапсов, дисфункции митохондрий, гиперфосфорилирования тау-белка, повышения уровня амилоида бета ( $A\beta_{1-42}$ ) и образования амилоидных бляшек. Выясняя природу их развития, в настоящей работе исследовали методом RNA-seq транскриптом префронтальной коры мозга крыс OXYS в период, предшествующий развитию признаков БА (возраст 20 дней), в период их манифестации (5 мес.) и активной прогрессии (18 мес.). В 20 дней в коре мозга крыс OXYS и Вистар (контроль) значимо различался уровень мРНК более 600 генов, в 5 мес. – более 900 генов, в 18 мес. – более 2 000 генов, основная часть которых связана с нейрональной пластичностью, фосфорилированием белка, иммунными процессами, функциями митохондрий и апоптозом. Далее мы провели сравнительный анализ состояния транскриптома коры мозга больных БА и крыс OXYS. Среди общих для них генов были гены, изменения экспрессии которых, по сравнению с соответствующими контролями, были связаны с функциями митохондрий и синаптическими процессами. Для выяснения вклада дисфункции митохондрий в патогенез БА далее мы оценили влияние приема митохондриально-направленного антиоксиданта SkQ1 с возраста 12 до 18 мес. на транскриптомный профиль гиппокампа крыс OXYS. Анализ результатов показал, что у контрольных крыс OXYS был изменен уровень мРНК 1213 генов, а у принимавших SkQ1 – 633 генов по сравнению с крысами Вистар. Прием SkQ1 нивелировал различия в экспрессии генов, связанных с функциями митохондрий, нейрональной активностью, синаптическими и иммунными процессами. В пользу этого свидетельствуют и данные оценки влияния SkQ1 на ключевые признаки БА у крыс OXYS. SkQ1 снизил содержание  $A\beta_{1-42}$  и  $A\beta_{1-40}$ , повысил плотность синапсов, уровень пре- и постсинаптических белков, снизил количество деструктивно измененных нейронов, значительно улучшил ультраструктурное состояние митохондрий в нейронах гиппокампа, улучшил способность к обучению и память крыс OXYS. В целом, полученные результаты свидетельствуют о значительном вкладе дисфункции митохондрий в патогенез БА и потенциале митохондриально-направленных антиоксидантов в терапии заболевания.

*Работа поддержана грантами РФФИ (проекты 15-04-01938 и 15-04-06066).*

## CHANGES IN THE TRANSCRIPTOME OF THE PREFRONTAL CORTEX AND HIPPOCAMPUS OF OXYS RATS AS THE SIGNS OF ALZHEIMER'S DISEASE DEVELOP

N.A. Stefanova, N.I. Ershov, N.A. Muraleva, N.G. Kolosova

Institute of Cytology and Genetics, Novosibirsk, Russia, stefanovan@bionet.nsc.ru

Alzheimer's disease (AD) is the most prevalent neurodegenerative disease. There are no effective prophylactic interventions because of insufficient understanding of the AD pathogenesis and the absence of adequate experimental models. Recently, we showed that OXYS rats represent a promising model of AD; in these rats, accelerated aging of the brain is accompanied by the typical signs of AD: degenerative alterations and death of neurons, a decrease in synaptic density, mitochondrial dysfunction, hyperphosphorylation of the tau protein, an increased level of amyloid  $\beta$  ( $A\beta_{1-42}$ ), and the formation of amyloid plaques. To elucidate how these signs develop, we used a RNA-Seq technique to study the prefrontal cortex transcriptome of OXYS rats when the manifestation of AD signs absence (at an age of 20 days), during their manifestation (at an age of 5 mo) and during their active progression (at an age of 18 mo), using age-matched Wistar rats (parental strain) as controls. At the age of 20 days, there were significant differences between OXYS and Wistar rats in the mRNA expression of more than 600 genes (> 900 genes and > 2,000 genes at the age of 5 and 18 mo, respectively) in the cortex. Most of these genes were related to neuronal plasticity, protein phosphorylation, immune processes, mitochondrial function, and apoptosis. Next, we compared the prefrontal cortex transcriptome of the human AD and 18-mo-old OXYS rats; most of common genes were related to mitochondrial function, synaptic process, and protein phosphorylation. To gain insight into the role of mitochondrial damage in AD pathology we next explored the role of mitochondria in this pathology using mitochondrial-targeted antioxidant SkQ1 as a potential agent to efficiently alleviate the deleterious consequences of AD. A total of 1,213 genes were differentially expressed in the hippocampus of 18-mo-old OXYS rats and 633 genes in the hippocampus of SkQ1-treated OXYS rats from 12 to 18 months of age compared with Wistar rats. Our results showed that SkQ1 reversed disease-dependent gene expression changes related to mitochondrial function, neuronal activity, synaptic process, and immune processes. In addition, we evaluated the effects of treatment with SkQ1 on the typical signs of AD in OXYS rats. Results showed that SkQ1 reduced the levels of  $A\beta_{1-42}$  and  $A\beta_{1-40}$ , partially reversed disease-dependent decrease of synaptic density, increased pre- and postsynaptic proteins expression, and suppressed neuronal cell death in the hippocampus. In addition, SkQ1 improved the destructive changes in both general organization of the mitochondrial reticulum and mitochondrial apparatus in the pyramidal neurons of the CA1 region of the hippocampus in OXYS rats. Finally, SkQ1 treatment improved the behavioral abnormalities, and deficits in learning and memory in OXYS. These results illustrate the role of mitochondrial damage in AD pathogenesis and suggest a therapeutic potential of mitochondrial antioxidants. *This work was supported by the grants from the Russian Foundation for Basic Research (projects ## 15-04-01938 and 15-04-06066).*

## КОНСОНАНС И ДИССОНАНС В МУЗЫКЕ. СОВРЕМЕННОЕ ВИДЕНИЕ

Стефанович М.А.<sup>1</sup>, Насретдинов А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Инженер по радиоизмерительной технике, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup> МФТИ, Москва, Россия; [marg.stefanovich@yandex.ru](mailto:marg.stefanovich@yandex.ru); [anasretdinov@yandex.ru](mailto:anasretdinov@yandex.ru)

Консонанс и диссонанс – термины, обозначающие качество слуховых ощущений при восприятии музыкальных созвучий. Слуховое ощущение зависит от отношения частот слышимых тонов. Наибольшая слитность звучания (консонанс) ощущается при октавном отношении частот, наибольшая шероховатость звучания (диссонанс) – при отношении частот 1,059. Для сравнения созвучий по степени консонантности проводились многочисленные эксперименты, в которых все возможные сочетания музыкальных тонов от октавы до малой секунды сравнивались по критерию «кажущегося совпадения, или слитности». Существенное влияние на слуховые ощущения имеет понятие «Критическая полоса, или Частотный канал (ЧК)». В диапазоне частот до 500 Гц ширина ЧК составляет 100 Гц, в диапазоне частот свыше 800 Гц ширина ЧК составляет примерно 15 % от частоты слышимого тона. Если в общем спектре слышимого созвучия есть тоны, частоты которых отличаются менее чем на ширину одного ЧК, то это созвучие человек слышит как «шероховатое», или диссонанс. Подобное объяснение не предполагает возможность количественного сравнения зависимости коэффициента консонантности от отношения частот тонов созвучия. В общепринятых теориях при анализе спектра слышимых частот не учитывается влияние вызванной отоакустической эмиссии (ВОАЭ). При восприятии тонального звукового сигнала с частотой F во внутреннем ухе образуются дополнительные тоны с гармоническими частотами 2F, 3F, 4F. При одновременном восприятии 2-х тональных сигналов с частотами F1 и F2 во внутреннем ухе дополнительно образуются тоны с комбинационными частотами: (F2 – F1), 2(F2 – F1), (F1 + F2), (2F1 – F2), (2F2 – F1), (3F1 – F2). При анализе слуховых ощущений при восприятии созвучий из 2-х синусоидальных сигналов в общем случае следует учитывать наличие 14-ти слышимых тонов. В консонансных созвучиях некоторые составляющие могут иметь одинаковую слышимую высоту. При увеличении отношения F2 / F1 от 1,25 до 1,50 громкость тонов с комбинационными частотами уменьшается. Тоны с частотами, отличающимися менее чем на 15 %, попадают в один ЧК и образуют группу ВВТ – взаимно влияющие тоны. В этом случае человек слышит звуковой сигнал со средней частотой. Для любого созвучия можно составить матрицу с указанием разделения всех слышимых тонов на группы октавных тонов (ОГ), отдельные тоны (ОТ) и тоны ВВТ. При восприятии консонансного созвучия с октавным отношением частот человек слышит 6 отдельных тонов с разными частотами, или ОГ: 2(6). При восприятии диссонансного созвучия с отношением частот 1,122 человек слышит 14 тонов с разными частотами – ОГ: 3(8)+ОТ:6, из которых 10 тонов образуют 4 группы ВВТ. Диссонанс отличается от консонанса наличием ОТ и групп взаимно влияющих тонов.

## CONSONANCE AND DISSONANCE IN MUSIC. MODERN VIEW

Stefanovich M.<sup>1</sup>, Nasretdinov A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Engineer of radio technology, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia  
[marg.stefanovich@yandex.ru](mailto:marg.stefanovich@yandex.ru) ; [anasretdinov@yandex.ru](mailto:anasretdinov@yandex.ru)

The terms consonance and dissonance denote the quality of auditory sensations in the process of musical harmonies perception. An auditory sensation depends on the ratio of the frequencies of audible tones. The most fusion of sounding is felt at the octave frequency ratio, the maximum roughness/tension of sounding is perceived at a ratio of frequencies 1,059. Numerous experiments have been conducted to compare correspondences of sounds in accordance with the degree of consonance, and all possible combinations of musical tones from the octave to the small second have been compared by the criterion of "relative coincidence or (perceptual) fusion". The concept of "Critical band or Frequency channel (FC)" has a significant impact on the auditory sensation. Within the frequency range up to 500 Hz the FC width constitutes 100 Hz; in the frequency range above 800 Hz the FC width constitutes approximately 15% of the audible tone frequency. If the difference in frequency harmonies exceeds the width of FC, it makes a consonance. If the total spectrum of audible harmonies have tones with frequencies that differ by less than the width of one FC, we hear it as "rough" (causing tension) or dissonance. However, this explanation does not presuppose that it is possible to make a quantitative comparison how the Ccons coefficient relates with\depends on the frequency tone ratio of the correspondences of sounds. According to Terhardt (1984) the analyses of the spectrum of audible frequencies does not take into account the effect of the evoked otoacoustic emission (VOAE). In the process of perception of the tonal audio signal with the frequency F in the inner ear there are formed additional tones with harmonic frequencies 2F, 3F, 4F. The process of simultaneous perception of 2 tones with the frequencies F1 and F2 causes the formation in the inner ear the tones with frequencies: (F2 – F1), 2 (F2 – F1), (F1 + F2), (2F1 – F2), (2F2 – F1), (3F1 – F2). While analysing the auditory sensations in the perception of pairs of pure tones you should take into account the presence of 14-audible tones. The tones with frequencies that differ by less than 5 Hz a person hears as the tones with the same pitch. When the ratio F2 / F1 increases from 1.25 to 1.50 the loudness of tones with combination frequencies decreases. The tones with frequencies that differ by less than 15% fall into one frequency channel and form a group of mutually influencing tones (MIT). In this case a person hears the sound signal with the medium frequency. You can form a matrix for any pairs of pure tones where you define the division of audible tones into the OG, separate tones (ST) and MIT groups. To perceive the consonance with an octave frequency ratio a person hears 6 separate tones of different frequencies. If the ratio of the frequencies is 1,122 people hear 14 tones of different frequencies, where 10 tones form 4 MIT groups.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА, ПОДТВЕРЖДАЮЩЕГО ТЕОРИЮ КОНСОНАНСА/ДИССОНАНСА В МУЗЫКЕ

Стефанович М.А.<sup>1</sup>, Насретдинов А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Инженер по радиоизмерительной технике, Санкт-Петербург, Россия;  
<sup>2</sup> МФТИ, Москва, Россия; [marg.stefanovich@yandex.ru](mailto:marg.stefanovich@yandex.ru); [anasretdinov@yandex.ru](mailto:anasretdinov@yandex.ru)

При восприятии музыкальных созвучий с разным отношением частот тонов качество слуховых ощущений зависит от общего спектра слышимых тонов. Цель эксперимента: определить частотный спектр слышимых тонов при восприятии созвучий с отношением частот тонов от 1,06 до 2,0 с учетом механизма ВОАЭ и составить матрицу для характеристики каждого созвучия. Способ исследования: сравнение слуховых ощущений при восприятии созвучия в режимах МОНО и СТЕРЕО. В процессе эксперимента используются мониторные наушники и звуковая карта с низкими гармоническими искажениями. При восприятии звукового сигнала с частотой F при нормальном слухе во внутреннем ухе образуются дополнительные тоны с частотами 2F, 3F и 4F. При одновременном восприятии 2-х тонов с частотами F1 и F2 одним ухом образуются дополнительные тоны с частотами (F2 – F1), 2(F2 – F1), (F1 + F2), (2F1 – F2), (2F2 – F1), (3F1 – F2). Дополнительные тоны существенно влияют на качество слуховых ощущений. Если тон с частотой F1 человек слышит одним ухом, а тон с частотой F2 – другим ухом, то тоны с комбинационными частотами не образуются. Дополнительные тоны с гармоническими частотами образуются во внутреннем ухе и в режиме МОНО, и в режиме СТЕРЕО. Есть одно отличие: в режиме МОНО тон с частотой 2F1 заглушается тоном с частотой F2 и звучит тише, чем в режиме СТЕРЕО. Испытуемые с хорошим музыкальным слухом при восприятии созвучия всегда слышат 2 отдельных звука с разными частотами. Человек с худшим музыкальным слухом при восприятии 2-х тонов с отношением частот 2,0 или 1,5 в большинстве случаев слышит 1 тон со средней частотой. Созвучия формируются из 2-х синусоидальных сигналов длительностью 750 мс. Отношение частот тонов созвучия соответствует музыкальным интервалам от унисона до октавы. Испытуемый слушает последовательно созвучие сначала одним ухом (режим МОНО), а затем через 500 мс разными ушами (режим СТЕРЕО) и оценивает свои слуховые ощущения в категории одинаково/различно. Созвучия предъявляются по 3 раза в случайном порядке. Оценка «различно» означает, что в режиме МОНО присутствуют дополнительные тоны, которых нет в режиме СТЕРЕО. Испытуемый с хорошим музыкальным слухом может оценить высоту тонов, которые есть в режиме МОНО, но отсутствуют в режиме СТЕРЕО. Если в режиме МОНО испытуемые слышат тоны с дополнительными частотами, которых нет в режиме СТЕРЕО, это означает, что при анализе созвучия надо учитывать 8 тонов с дополнительными частотами. Данные эксперименты были проведены в МФТИ (Россия) и в EPFL (Лозанна, Швейцария). Результаты экспериментов будут представлены позже.

## КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫЙ ТРЕНИНГ В РЕАБИЛИТАЦИИ ЛИЦ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ «ОРАНЖЕВОГО АГЕНТА»

<sup>1</sup>Суворов Н.Б., <sup>2</sup>Нго Тхань Нам, <sup>3</sup>Бу Тхи Лоан, <sup>4</sup>Чан Чонг Хыу

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия, <sup>2</sup>Институт тропической медицины Российско-вьетнамского тропического центра, Ханой, Вьетнам, <sup>3</sup>СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия

Биологическая обратная связь колебательного характера (адаптивный кардиореспираторный тренинг – КРТ) использовалась для систематического обследования лиц, находящихся в состоянии профессионального, экологического, психологического или социального напряжения (стресса). Цель совместно проведенных исследований: уменьшение симптомов патологии сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма ветеранов, диагностика и восстановление кардиореспираторной синхронизации. С учётом возраста пациентов и их состояния предполагалось, что для достижения положительной динамики потребуется цикл КРТ, состоящий из нескольких десятков двухминутных проб.

Обследовано 38 ветеранов основной группы (средний возраст  $65 \pm 4,63$ ) и 34 ветерана контрольной группы ( $68 \pm 4,82$ ), то есть обе группы сопоставимы по возрасту. Основная группа прошла поликлиническое обследование до после цикла кардиотренинга. Контрольная группа обследована также дважды с интервалом 4 недели без КРТ. Обследование включало: антропометрические данные, опросник-самооценка состояния наиболее важных функциональных систем организма, кардиография, спирометрия, клинические анализы крови и мочи и др. Основные виды патологий, выявленные у лиц обеих групп: гипертония, заболевания опорно-двигательной системы и многие другие. Особое внимание обращали на испытуемых с высоким АД, высокой ЧСС, ригидным сердечным ритмом. On line анализ результатов кардиотренинга позволял оценить влияние процедуры на восстановление кардиореспираторной синхронизации, параметры variability сердечного ритма, состояния вегетативного баланса, а также на изменения АД и ЧСС. Сопоставление со сравнительными данными поликлинического обследования позволило определить эффективность методики – результат положительный, отрицательный, нет изменений.

Общий положительный клинический результат был отмечен у 8 ветеранов (подгруппа А), не изменилось состояние у 16 человек (подгруппа В), ухудшилось состояние у 14 ветеранов (С). Кардиореспираторная синхронизация как благоприятный диагностический признак состояния кардиоваскулярной системы восстановилась у 15 испытуемых. Это сопровождалось нормализацией АД, ЧСС и др. Отношение быстрых и медленных волн в кардиоритмограмме указывало на восстановление симпато-вагального баланса.

Недостаточность явных общеклинических результатов может объясняться наличием множества сопутствующих видов патологии у обследованной группы ветеранов. Результаты совместных комплексных исследований указывают на перспективность использования адаптивного КРТ для коррекции состояния кардиоваскулярной системы лиц, пострадавших от «оранжевого агента».



### **CARDIORESPIRATORY TRAINING IN THE REHABILITATION OF VICTIMS OF "AGENT ORANGE"**

**<sup>1</sup>Suvorov N.B., <sup>2</sup>Ngô Thanh Nam, <sup>2</sup>Vu Thi Loan, <sup>3</sup>Tran Trong Huu**

<sup>1</sup>Institute for Experimental Medicine, Saint-Petersburg, Russia, <sup>2</sup>Institute of Tropical Medicine, Vietnamese Russian Tropical Centre, Hanoi, Vietnam, <sup>3</sup>State Electrotechnical University, Saint-Petersburg, Russia

The oscillatory biofeedback (adaptive cardiorespiratory training CRT) is used for the systematic examination of persons in a state of professional, environmental, psychological or social stress. The purpose of the survey together: reducing the symptoms of diseases of the cardiovascular and respiratory systems of the body of veterans, diagnosis and recovery of cardiorespiratory synchronization. Taking into account age of the patients and their condition it was assumed that in order to achieve positive dynamics is required CRT cycle, which consists of a few two-minutes trials.

We examined 38 veterans of main group (mean age  $65 \pm 4,63$ ), and 34 veterans of control group ( $68 \pm 4,82$ ), that is both groups did not differ in age. The main group was held out-patient examinations before and after the cycle of cardiorespiratory training. The control group also examined twice with an interval 4 weeks without CRT. The examination included: anthropometric data, questionnaire-self-assessment of state of the most important functional systems of the body, electrocardiography, spirometry, clinical blood and urine tests etc. Basic kinds of pathologies identified in individuals of both groups: hypertension, diseases of the musculoskeletal system and many others. Particular attention was paid to the persons with high blood pressure, high heart rate, rigid heart rhythm. On line analysis of CRT results was possible to evaluate the influence of treatments on the recovery of cardiorespiratory synchronization, parameters of heart rate variability, autonomic balance status, as well as changes in blood pressure and heart rate. Comparison of the comparative data of outpatient studies (before biofeedback and after) allowed determining the effectiveness of this technique – the result is positive, negative or there is no change. The total positive clinical outcome was seen in 8 veterans (subgroup A), has not changed the state in 16 persons (subgroup B), deteriorated in 14 veterans (C). Cardiorespiratory synchronization as a positive diagnostic sign of the cardiovascular system state was restored in 15 subjects. This was accompanied by normalization of blood pressure, heart rate etc. The ratio of high and slow waves in cardiorythm indicated recovery of the sympathetic-vagal balance.

Insufficiency of obvious general clinical results can be explained by the presence of multiple concomitant diseases in the studied veterans group. The results of the joint comprehensive studies indicate the prospects of adaptive CRT for correcting the condition of the cardiovascular system of victims of "Agent Orange".

### **НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ СИНДРОМЫ В ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ: К ВОПРОСУ СОЦИАЛЬНОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО В ОНТОГЕНЕЗЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Султанова А. С.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт изучения детства, семьи и воспитания Российской академии образования», Москва, Россия, [alfiya\\_sultanova@mail.ru](mailto:alfiya_sultanova@mail.ru)

Проанализировав данные нейропсихологической диагностики 170 детей 4-13 лет с трудностями обучения и социальной адаптации, мы выделили три самых распространенных нейропсихологических синдрома у этих детей. 1. Синдром функциональной недостаточности субкортикальных (подкорково-стволовых) структур головного мозга. Прежде всего, в эту группу входят дети с перинатальными поражениями ЦНС. Основные нарушения – нейродинамические дисфункции (утомляемость, инертность, долгий ориентировочный период, изменение темпа деятельности и пр.), гипо- или гиперактивность, эмоциональная неустойчивость. 2. Синдром функциональной недостаточности префронтальных отделов головного мозга. Основные нарушения – дефицит произвольной регуляции деятельности, различные зависимости, снижение эмпатии, чувства долга и др. социальных эмоций. Этот синдром формируется у большинства детей 1 группы (т.н. «подкорково-лобный» синдром), предположительно, вследствие нарушения становления связей между лобными долями и подкорково-стволовыми структурами головного мозга. При этом в большей степени нарушения выражены при особом стиле воспитания ребенка – гиперопеке, попустительстве. Самые плохие результаты при нейропсихологической диагностике функций префронтальных отделов показали дети с отсутствием семейных обязанностей, недостаточностью требований, запретов и санкций (для анализа стиля воспитания использовалась методика АСВ Эйдемиллера, Юстицкиса). В функциональном плане префронтальные отделы не столько развиваются, сколько «воспитываются». 3. Синдром функциональной недостаточности левого полушария, сочетающейся с дисбалансом в функциональном развитии доминирующего правого полушария на фоне запаздывания формирования межполушарного взаимодействия. Основные симптомы – речевые нарушения, склонность к аффективным вспышкам, эгоцентризм, упрямство, эмоциональная нечувствительность в контактах, повышенная тревожность, фантазирование и резонерство. Эти нарушения можно преодолеть только при сочетании нейропсихологической коррекции и правильного поведения членов семьи, ближайшего социального окружения.

В целом, созревание различных структур мозга – необходимая предпосылка развития психических функций в онтогенезе, в свою очередь, различные формы социальных воздействий определяют способ формирования психических функций и оказывают стимулирующее влияние на созревание соответствующих структур мозга ребенка.

*Публикация подготовлена в рамках выполнения государственного задания.*

### **NEUROPSYCHOLOGICAL SYNDROMES IN CHILDREN: TO THE ISSUE OF SOCIAL AND BIOLOGICAL FACTORS IN THE ONTOGENESIS OF THE NERVOUS SYSTEM**

**Sultanova Alfiya**

Institute for the study of childhood, family and education of Russian academy of education, Moscow, Russia, [alfiya\\_sultanova@mail.ru](mailto:alfiya_sultanova@mail.ru)

After analyzing the data of neuropsychological diagnostics of 170 children 4-13 years old with learning difficulties and social disadaptation, we have identified three the most common neuropsychological syndrome in these children. 1. The syndrome of functional impairment of subcortical-stem brain structures. First of all, this group includes children with perinatal pathology of the nervous system. The neurodynamic dysfunctions (fatigue, inertia, long estimated period, the change in the rate of activity etc.), hypo- or hyperactivity, and emotional instability are the main violations in this syndrome. 2. The syndrome of functional impairment of prefrontal cortex. The deficiency of voluntary regulation, executive functions, the reduction of empathy and sense of duty, and different addictions are the major violations in this syndrome. This syndrome is manifested in most children of the 1st group (the so-called "subcortical-frontal" syndrome), presumably due to impaired formation of connections between the frontal lobes and subcortical-stem structures. Herewith, these violations are more pronounced in case of overprotection, conniving in family. Children with a lack of family responsibilities, lack of requirements, prohibitions and sanctions, showed the worst results in neuropsychological diagnostics of prefrontal functions (for the analysis of the parenting style we used the questionnaire by Eidemiller, Yustitskis). In functional terms prefrontal cortex is not so much developed as "educated." 3. The syndrome of functional impairment of the left hemisphere, coupled with an imbalance in the functional development of the dominant right hemisphere and lag of the formation of hemispheric interaction. These children are stubborn and «explosive». Speech disorders, affective outbursts, self-centeredness, obstinacy, emotional numbness in the contacts, increased anxiety, fantasy, and logic-chopping are the main violations in this syndrome. These disorders can be overcome only with a combination of neuropsychological correction and the correct behavior of family members, of immediate social environment.

In general, the maturation of different brain structures is a prerequisite for the development of mental functions in ontogeny. In turn, the different forms of social influences determine the method of forming the mental functions and have a stimulating effect on the maturation of the relevant child's brain structures.

### **СЛУХОВАЯ СИСТЕМА КИТООБРАЗНЫХ: ЭВОЛЮЦИЯ И РЕВОЛЮЦИЯ**

**Супин А.Я.**

Институт проблем экологии и эволюции Российской Академии Наук. Москва, Россия.  
e-mail: alex\_supin@mail.ru

Слуховая система китообразных (зубатых китов, дельфинов, морских свиной) характеризуется уникальными, по сравнению с другими млекопитающими, характеристиками – высокой чувствительностью, широким частотным диапазоном, острой частотной, временной и пространственной избирательностью. Почему такие характеристики слуха оказались доступными одной из групп млекопитающих и недоступными другим? Можно полагать, что уникальные характеристики слуха китообразных сформировались стали следствием адаптивной модификации звукопроводящих путей, приспособленных к восприятию звука в водной среде с более высоким, чем у воздуха, акустическим импедансом. Это приспособление состояло в переходе от восприятия звука через низкоимпедансную барабанную перепонку к восприятию через ее высокоимпедансный аналог – костную тимпанальную пластинку. Помимо решения адаптивной задачи – согласования с импедансом среды – результатом такой модификации звукопроводящих путей оказалось значительное повышение чувствительности и расширение диапазона воспринимаемых звуковых частот. В свою очередь, расширение диапазона частот сделало возможным повышение частотной селективности и временной разрешающей способности, поскольку чем выше частота, тем меньше сказывается взаимное ограничение этих двух характеристик слуха. Переход к высокочастотному слуху способствовал также значительному обострению пространственной избирательности слуха.

Таким образом, удачное эволюционное решение сугубо адаптивной задачи (приспособление к среде с определенными физическими характеристиками) открыло возможности для целого каскада прогрессивных, революционных преобразований слуховой системы – преобразований, которые обеспечили ее уникальные особенности.

Далее, уникальные способности слуховой системы позволили китообразным использовать специфическую систему ориентации – биосонар. Для эффективной работы биосонара необходимо сочетание высокой чувствительности, широкого частотного диапазона, острой частотной избирательности и высокой временной и пространственной разрешающей способности. Все это могла обеспечить слуховая система китообразных, но не слуховая система их наземных предков. Таким образом, появление биосонара у китообразных можно считать еще одним следствием исходного события – адаптации звукопроводящей системы к водной среде.

### **THE AUDITORY SYSTEM OF CETACEANS: EVOLUTION AND REVOLUTION**

**Supin A.Ya.**

Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences. Moscow, Russia.  
e-mail: alex\_supin@mail.ru

The auditory system of cetaceans (toothed whales, dolphins, and porpoises) features unique capabilities as compared to other mammals: high sensitivity, a wide frequency range, acute frequency tuning, high temporal and spatial resolution. Why one group of mammals is capable of such capabilities whereas other mammals are not capable? It may be hypothesized that the unique features of the cetacean's hearing are consequences of an adaptive modification of the sound-conducting pathways adjusted to sound perception in the water media that has higher acoustic impedance than the aerial media. This adjustment involved a functional replacement of the low-impedance tympanic membrane by the high-impedance bony tympanic plate. Apart from solving the adaptive task – adjustment to the media impedance – the result of this modification was a substantial increase of hearing sensitivity and widening of the hearing frequency range. In turn, the wider frequency range made possible increasing the frequency tuning and temporal resolution, because the higher is the frequency, the less is the mutual limitation of these two parameters. The high-frequency hearing made also possible higher spatial selectivity.

Thus, the successful evolutionary solution of a truly adaptive task (adjustment of the system to physical features of the media) opened possibilities for a succession of progressive revolutionary modifications of the auditory system that provided its unique capabilities.

Furthermore, the unique capabilities of the auditory system of cetaceans allowed to use a specific system of orientation – the biosonar. Effective functioning of the biosonar requires a combination of high sensitivity, wide frequency range, acute frequency tuning, and high temporal and spatial resolution. The auditory system of cetaceans fits these requirements, unlike the auditory system of their terrestrial ancestors. So, the appearance of the biosonar in cetaceans is one more consequence of the initial evolutionary event, the adaptation of the sound-conducting system to the aquatic media.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ МУЗЫКИ В КОРРЕКЦИОННО – ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ С ПАЦИЕНТАМИ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТОВ И ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ТРАВМ.**

**Сурманова М.Л., Александрович Д.С.**

Государственное областное бюджетное учреждение здравоохранения «Мурманская городская поликлиника №3», Мурманск, Россия; [surmanova.maiya@mail.ru](mailto:surmanova.maiya@mail.ru)

Применение музыки в лечебных целях насчитывает несколько тысяч лет. Это отражено в трудах Пифагора, Платона, Аристотеля, Авиценны. Впервые применил музыку в психиатрии Ж-Э. Д. Эскироль. Актуальны исследования В. М. Бехтерева. В наши дни популярны шведская, американская и немецкая школы музыкотерапии. Музыкотерапию делят на активную, рецептивную и интегративную. Американские и финские и врачи пишут о положительных результатах применения музыки в лечении пациентов после инсультов. Опыт российских специалистов в этой области не менее убедителен.

Основные жалобы больных отделения нейрореабилитации и патологии речи для пациентов с последствиями ОНМК и ЧМТ в начале курса лечения следующие: двигательные нарушения – 75%, нарушения речи – 56%, нарушения памяти, внимания, других высших психических функций – до 90%, депрессии – до 70% от общего числа.

Активно применяются в работе с пациентами такие виды музыкального воздействия:

1. Прослушивание специально подобранных музыкальных композиций в ходе аутогенной тренировки, сеанса релаксации.

2. Использование музыки как фона при проведении занятий психолога, логопеда, психотерапевта, инструктора ЛФК, сеансов массажа.

3. Интегративная арт-терапия (сочетание слушания музыки с рисованием, лепкой и т.п.).

4. Логопедические занятия с использованием музыки: вокальные упражнения, пение, работа над артикуляцией, мимикой, дыханием, голосом, ритмом мелодии, фразы, слова.

5. Комплексные коррекционные занятия. (слушание музыки, рисование, социально-психологический тренинг, пение, элементы танцев, игра на музыкальных инструментах).

Занятия логопеда, психолога могут быть индивидуальные и групповые. Выбор методов зависит от степени различных нарушений и пожеланий пациентов. В течение 5 лет мы проводили сравнительный анализ результатов в двух группах. 50% пациентов получали традиционное лечение. Другие 50% – курс с применением музыкального воздействия.

В первой группе улучшение речевых функций отмечено у 73%, во второй – у 97% от общего числа пациентов. Улучшение эмоциональной сферы в первой группе – 65%, во второй – 95%. Улучшение внимания, памяти в первой группе – 72%, во второй – 96%.

Таким образом, методики с музыкальной составляющей являются вспомогательными в работе логопеда и медицинского психолога с пациентами после ОНМК и ЧМТ, но позволяют повысить результаты лечения и оптимизировать процесс реабилитации.

### **THE USE OF MUSIC IN "CORRECTIONAL-REMEDIATION WORK" WITH PATIENT WHO HAD A STROKE AND TRAUMATIC BRAIN INJURY**

**Surmanova M.L., Alexandrovich D.S.**

State-financed health institution «Murmansk Municipal Polyclinic №3», Murmansk, Russia;  
[surmanova.maiya@mail.ru](mailto:surmanova.maiya@mail.ru)

Therapeutic music has been practiced for a thousand of years. This fact is proved by the writings of Pythagoras, Plato, Aristotle and Avicenna. J-E. Dominique Esquirol was the first one to use music in psychiatry. The research of V.M. Behterev is also important. Nowadays Swedish, American and German music therapy schools are the most popular ones. Music therapy comes in three forms: active, receptive and integrative. The experimental studies by Finnish and American doctors have promising results. They are relevant for the use of music therapy in treatment of CVA and TBI patients. The experience of Russian scientists is convincing as well.

The clinical implications of CVA and TBI patients from The Department of Neurorehabilitation and Speech-language pathology are the following: motor disturbances – 75%, speech disorders – 56%, memory loss, short attention span and other disorders of higher mental functions – about 90%, depressions – about 70%.

The most common music therapy techniques that are used in treatment of patients are:

1. Listening to the selected compositions during the autogenic training and relaxation sessions.

2. The use of music as background during the sessions of psychologist, speech therapist, psychotherapist, exercise psychologist and massage sessions.

3. Integrative Art-therapy (conjunction of listening to music and forms of art: drawing, modelling).

4. Speech therapy sessions with the use of background music: vocal lessons, singing songs, exercises on rhythmic structure of melody and phrase; articulation, facial exercises.

5. Integrated "correctional" sessions. They include listening to the compositions, singing, logopedic rhythmic, rhythmic and vocal exercises, drawing, playing simple music instruments.

The forms of organization of speech therapist and psychologist sessions can be either individual or group. The choice of methods depends on different disorders and patients' wishes. We had been carrying out a comparative analysis in terms of two groups for 5 years. About 50% of patients received traditional treatment. Other 50% received a treatment with the use of music. 73% of patients experienced speech improvement in the first group, and 97% – in another one. 65% experienced emotional sphere improvement in the first group, and 95% – in another. 72% experienced improvement of attention and memory in the first group, and 96% – in another.

Consequently, treatment techniques with the use of music as the main component are supportive methods in the work of speech therapist or psychologist. But the use of them helps to improve the results of treatment and optimize the process of rehabilitation.

### **ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНОЙ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ СЛУХА БЕЛУХИ (*DELPHINAPTERUS LEUCAS*) ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНТЕНСИВНЫХ ШУМОВ И ПРОЦЕССЫ ЕЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ**

**Сысуева Е.В., Нечаев Д.И., Попов В.В., Супин А.Я.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук РАН, Москва, Россия; [evgeniasysueva@gmail.com](mailto:evgeniasysueva@gmail.com)

Негативное влияние интенсивных шумовых сигналов, в том числе и антропогенного происхождения, на слух морских млекопитающих, и особенно зубатых китов (дельфины, белухи, морские свиньи), – одно из важных направлений исследований последних десятилетий, имеющее и практическое значение. Основное внимание в этих исследованиях было уделено влиянию звуковых сигналов высокой интенсивности на абсолютную чувствительность слуха, слуховые пороги. Однако, мощные звуковые сигналы могут влиять не только на абсолютные слуховые пороги животных, но и на частотную избирательность слуха, т.е. способность животного различать тонкую спектральную структуру звука, важную, в том числе, при анализе эхолокационного импульса. Для того чтобы изучить этот аспект, был разработан новый методический подход, благодаря которому удалось в динамике отследить параллельное изменение частотной разрешающей способности слуха (ЧРС), как меры частотной избирательности, и абсолютной чувствительности слуха белухи после воздействия шума. Были объединены два ранее успешно опробованных электрофизиологических неинвазивных метода: метод прямой количественной оценки ЧРС (стимул ритмическая реверсия фазы гребенчатого спектра) и метод по определению временных сдвигов слуховых порогов (ВСП) (стимул серия тональных посылок). Ответы на стимуляцию в обоих случаях представляли собой последовательность вызванных потенциалов (потенциал следования ритму, ПСР). В начале каждого эксперимента определяли фоновый слуховой порог и значение ЧРС на тестовой частоте 64 кГц, далее подавали шум. Шум был подобран с учетом результатов предыдущих исследований и имел характеристики, эффективно вызывающие ВСП (интенсивность 170 дБ относ. 1 мкПа, центральная частота 45 кГц, длительность 10 мин). После окончания шума снова определяли порог на тестовой частоте и значение ЧРС, и поочередно, в течение часа отслеживали время восстановления этих показателей. В результате, в отличие от абсолютной чувствительности слуха, для которой характерно временное снижение порога, для ЧРС выявлен иной характер последствий шума, выражающийся в падении амплитуды ответа. Максимальное падение амплитуды ответа после шумовой экспозиции показано для сигналов с низкой плотностью гребней в спектре. Четкой корреляции между восстановлением слуховых порогов и амплитуды ответа на реверсию фазы гребней спектра показано не было. Полученные данные позволяют заключить, интенсивный шум влияет на способность белухи различать тонкий спектральный рисунок звукового стимула.

### **THE FREQUENCY TUNING CHANGES AND RECOVERY AFTER NOISE IN A BELUGA WHALE (*DELPHINAPTERUS LEUCAS*)**

**Sysueva E.V., Nechaev D.I., Popov V.V., Supin A.Ya.**

Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences; Moscow, Russia; [evgeniasysueva@gmail.com](mailto:evgeniasysueva@gmail.com)

The negative impact of anthropogenic noise on the hearing of cetaceans, particularly odontocetes, attracts much attention. More and more different studies showed how impact of noise affects on the absolute hearing thresholds, but still, very important aspects, including changes in the ability of echolocation in toothed whales after noise, are lacking. The frequency tuning of hearing determines the ability of the auditory system to discriminate spectrum patterns of sounds, and it also is very important for echolocation. In previous studies of the group a direct and non-invasive test to estimate the frequency resolution was developed. Method bases on using the rippled-noise test stimuli in conjunction with an auditory evoked potentials (AEP) technique. The test stimulus was a rippled-noise with rhythmic ripple phase-reversals. The response to ripple reversions was considered to indicate resolvability of the ripple pattern. In the present study, original data on the frequency resolution changes and recovery after noise exposure were obtained in beluga whale. A combination of the rippled-noise test and the temporary threshold shifts test were used. The parameters of the stimulus and exposure noises were chosen according to previous investigations, which revealed the most effective combinations. Each experiment included a pre-exposure frequency resolution and threshold measurements, an exposure, and a post-exposure frequency resolution and thresholds tracing. Results allowed to trace the dynamic of the impact of noise, simultaneously, on hearing thresholds and the frequency resolution. As follows from the experimental data, post-exposure effects of loud noise included at least one more effect apart from a well known effect of noise exposure as hearing threshold shift: deterioration of responses to complex-spectra test sounds. A remarkable feature of noise impact on response to rippled-spectrum probes was that this impact depended on the ripple density and post-exposure effects do not include deterioration of the ability to discriminate high-density spectrum ripples. This does not mean that the exposure does not influence discrimination of complex stimuli. Opposite, the fatiguing exposure makes the greatest impact on excitation profile of the largest contrast (modulation depth) which may carry the most obvious information on stimulus properties. Therefore it may be hypothesized that impacts of fatiguing sounds on hearing of odontocetes are not limited by decreased sensitivity but include deterioration of signal discrimination.

### **МАНУАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ У ДЕТЕЙ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

**Сычев В.С., Давыдова С.С.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Липецкий государственный педагогический университет». г. Липецк, Россия, ул. Ленина, д. 42, [lipetskphysiol@rambler.ru](mailto:lipetskphysiol@rambler.ru)

Исследована мануальная асимметрия у детей и подростков с задержкой психического развития (ЗПР), обучающихся в специальной коррекционной школе. В обследуемой группе распределение коэффициента праворукости сходно с группой нормальных детей, хотя амбидекстры обнаружены только у детей с ЗПР.

У девочек с ЗПР отсутствуют сильно праворукие ( $K > 75\%$ ). У мальчиков с ЗПР сильно праворуких существенно меньше, по сравнению с нормальными детьми (21,4% против 72,7%). По показателю зрительно-двигательной реакции группа с ЗПР очень неоднородна, характеризуется очень широкой дисперсией, есть дети с быстрой реакцией и те, кто тест выполняет очень медленно.

Дети с нормальными показателями развития характеризуются более узкой дисперсией. По результатам динамометрии девочки коррекционной школы уступают мальчикам, в нормальной школе наоборот. Кроме того у детей с ЗПР шире диапазон показателей частоты сердцебиения и только среди них обнаружены дети с пониженным, по сравнению с нормой, пульсом.

### **MANUAL ASYMMETRY IN CHILDREN WITH MENTAL RETARDATION**

**Sychev V.S., Davydova S.S.**

Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Lipetsk State Pedagogical University."  
Lipetsk, Russia, st. Lenina. 42, [lipetskphysiol@rambler.ru](mailto:lipetskphysiol@rambler.ru)

Manual asymmetry studied in children and adolescents with mental retardation (mental retardation), enrolled in special correctional school. In the surveyed group of right-handedness coefficient distribution is similar to a group of normal children, although ambidexters found only in children with mental retardation.

In girls with mental retardation are no strong right-handed ( $R > 75\%$ ). In boys with CRA strongly right-handed significantly less compared to normal children (21.4% vs. 72.7%). In terms of visual-motor response group with mental retardation is very heterogeneous, characterized by a very wide dispersion, have children with the quick response and those who test performs very slowly.

Children with normal development are characterized by a narrow dispersion. As a result of dynamometer correctional school girls are inferior to boys, in a normal school vice versa. Also in children with mental retardation wider range of indicators of heart rate and only among them found children with a reduced, compared with the normal, pulse.

### **ВЛИЯНИЕ СУКЦИНАТА АММОНИЯ НА УМСТВЕННУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПОРТСМЕНОВ**

**Тамбовцева Р.В., Быкова У.И.**

Кафедра биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова российского государственного университета физической культуры, спорта молодежи и туризма. Россия, г. Москва, [ritta7@mail.ru](mailto:ritta7@mail.ru)

Спорт высших достижений требует от спортсменов достижения предела человеческих возможностей. Со временем эти требования растут, но развиваются и средства, которые направлены на всестороннюю помощь в адекватном перенесении таких нагрузок. Помимо адекватных нагрузок, текущего мониторинга за психическим и физическим состоянием, грамотное построение тренировочного процесса включает в себя и рациональное восстановление.

В настоящее время одним из перспективных препаратов, не являющимся допингом, является аммонийная соль янтарной кислоты. Повышение физической работоспособности было доказано в ряде работ, однако эксперименты с участием спортсменов малочисленны. Исследований по влиянию сукцината аммония на показатели умственной работоспособности, такие как память, мышление и внимание в доступной литературе не найдены.

Целью настоящего исследования явилось изучение минимальных доз сукцината аммония на показатели умственной работоспособности: мышление, память и внимание спортсменов. Данный эксперимент был проведен без риска для здоровья людей с соблюдением всех принципов гуманности и этических норм. В эксперименте приняли участие спортсмены высокой квалификации различных специализаций в количестве 62 человека, которые были поделены на три группы по принимаемому препарату: первая группа – минимальная доза, вторая группа – средняя доза, третья группа – плацебо. Средний возраст составил  $20 \pm 0,8$  лет. Тестирование проводили по различным психологическим тестам.

Резюмируя результаты всех тестов, можно статистически достоверно утверждать, что экзогенный прием аммонийной соли янтарной кислоты в минимальной дозе на уровне тенденции влияет на некоторые характеристики внимания, в частности на показатель средней точности при обработке визуальной информации. При приеме средних общеизвестных доз препарата значительно улучшился уровень невербальных интеллектуальных способностей. Была выявлена четкая зависимость между количеством принимаемого препарата и уровнем невербальных интеллектуальных способностей. По остальным параметрам (оперативная память, способность поддерживать показанный уровень точности при обработке зрительной информации, показатель скорости переработки зрительной информации) статистически значимых различий между группами не выявлено.

### **INFLUENCE SUCCINATE AMMONIUM MENTAL CAPACITY OF ATHLETES**

**Tambovtseva R.V., Bykova U.I.**

Chair of biochemistry and bio-energetics of sports of Russian State University of Physical Culture, Youth and Tourism Sports. Russia, Moscow, [ritta7@mail.ru](mailto:ritta7@mail.ru)

Elite sport requires athletes reaching the limit of human capabilities. Over time, these demands are growing, but are developed and means that are aimed at all-round assistance for adequate transference of loads. In addition to the appropriate load, the current monitoring mental and physical health, good construction of the training process includes the restoration and management.

Currently, one of the most promising drugs, non-doping is the ammonium salt of succinic acid. Improving physical performance has been proven in several studies, but the experiments with the participation of athletes small. Studies on the effect of ammonium succinate mental performance indicators, such as memory, thinking and attention in the available literature found.

The purpose of this study was to determine the minimum dose of ammonium succinate mental performance indicators: thinking, memory and attention of athletes. This experiment was carried out with no risk to human health in compliance with all the principles of humanity and ethics. In the experiment, attended by highly qualified athletes of various specializations in the amount of 62 people, who were divided into three groups by taking the drug: the first group – the minimum dose, the second group – the average dose, the third group – placebo. The median age was  $20 \pm 0.8$  years. Testing was performed on various psychological tests.

Summarizing the results of the tests can be statistically claim exogenous reception ammonium salt of succinic acid in the minimum dose level trend affects certain characteristics of attention, particularly in the indicator of the average accuracy in processing of visual information. When you receive a well-known medium-sized doses of the drug significantly improved the level of nonverbal intellectual abilities. We found a clear relationship between the amount received and the level of preparation of nonverbal intellectual abilities. For the rest of the parameters (memory, ability to maintain the level of precision shown in the processing of visual information, the rate of speed of processing visual information), statistically significant differences between the groups are not revealed.

### **ВЛИЯНИЕ 20-ДНЕВНОГО ГОЛОДАНИЯ НА ПСИХОМОТОРИКУ СПОРТСМЕНОВ**

**Тамбовцева Р.В., Фомин А.В., Плетнева Е.В.**

Кафедра биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова российского государственного университета физической культуры, спорта молодежи и туризма. Россия, г. Москва, [ritta7@mail.ru](mailto:ritta7@mail.ru)

Психомоторика относится к высшим психическим функциям, это связь движения с психическими процессами (познавательными, речевыми, эмоционально-волевыми). Исследований об изменении психомоторики у спортсменов на разных этапах голодания полностью отсутствуют.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния длительного голодания на отдельные составляющие психомоторики (простые и сложные сенсомоторные реакции) спортсменов. Данный эксперимент был проведен без риска для здоровья людей с соблюдением всех принципов гуманности и этических норм. В эксперименте приняли участие спортсмены, занимающиеся прикладными единоборствами в количестве пяти человек, давшие письменное согласие на участие в данном исследовании.

Простая реакция оценивается по времени. Скорость простой реакции – это типичное для человека среднее латентное время его реакции. В психологической структуре сложной реакции выделяются следующие элементы: внимание, память, мышление, эмоции, волевое усилие. Сложные реакции протекают значительно медленнее, чем простые вследствие переработки информации. Было показано, что 20-дневное голодание негативно сказывается на простые и сложные сенсомоторные реакции. Такие показатели, как время реакции на свет (сек), время реакции на звук (сек), время реакции на движущийся объект (сек), время реакции выбора (сек), индивидуальная минута (сек) у всех испытуемых имеют очень низкие значения. Величина ошибок, допущенных при узнавании угловой скорости движения объекта (% по модулю), величины ошибок, допущенных при воспроизведении временного интервала, заполненных световым стимулом (% по модулю), величины ошибок, допущенных при воспроизведении временного интервала, заполненных звуковым стимулом (% по модулю), величины ошибок, допущенных при оценивании отрезков (% по модулю), величины ошибок, допущенных при оценивании углов (% по модулю) – высокие.

Таким образом, у спортсменов в ходе длительного голодания нарушаются процессы простых и сложных сенсомоторных реакций. Быстрая и точная реакция на пусковой сигнал резко снижается, нарушаются координационные взаимосвязи, движения становятся замедленными, отмечается речевая дизартрия, нарушается экономичность, точность и соразмерность движений.

### **EFFECT OF 20-DAY STARVATION ON PSYCHOMOTOR ATHLETES**

**Tambovtseva R.V., Fomin A.V., Pletneva E.V.**

Chair of biochemistry and bio-energetics of sports of Russian State University of Physical Culture, Youth and Tourism Sports. Russia, Moscow, [ritta7@mail.ru](mailto:ritta7@mail.ru)

Psychomotor refers to higher mental functions, is the link movement with mental processes (cognitive, speech, emotional and volitional). Research on changing psychomotor athletes at different stages of fasting completely absent.

The purpose of this study was to investigate the effect of prolonged fasting on the individual components of psychomotor (simple and complex sensorimotor reaction) athletes. This experiment was carried out with no risk to human health in compliance with all the principles of humanity and ethics. In the experiment, attended by athletes involved in applied arts of five members who gave written consent to participate in this study.

The simple response is measured at the time. Speed simple reaction – this is typical for a person average latency time of his reaction. The psychological structure of the complex reactions are the following elements: attention, memory, thinking, emotions, willpower. Complex reactions proceed considerably slower than the simple result of information processing. It has been shown that the 20-day fasting affects simple and complex sensorimotor responses. Such indicators as the response time of the light (s), the reaction time for the sound (s),

the response time to a moving object (s), choice reaction time (sec), the individual minute (s), all subjects have very low values. The amount of errors made in recognition of the angular velocity of the object (% in absolute value), the value of errors made when playing slot filled with light stimulus (% in absolute value), the value of errors made when playing slot filled with the sound stimulus (% modulo), the magnitude of errors made in assessing the segments (modulo%), the value of errors made in estimating angles (modulo%) – high.

Thus, the athletes during prolonged fasting broken processes simple and complex sensory-motor reactions. Fast and accurate response to the trigger signal drops sharply violated coordination relationship, movement is slow, there is speech, dysarthria, impaired efficiency, precision and proportionality of the movements.

### **ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЭГ-ИНДЕКСОВ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ КОГНИТИВНОГО СТАТУСА У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА**

**Тарасова И.В., Кухарева И.Н., Барбараш О.Л.**

ФГБНУ НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, г. Кемерово, Россия, [iriz78@mail.ru](mailto:iriz78@mail.ru)

**Актуальность и цель исследования** Ишемическая болезнь сердца (ИБС) является фактором риска хронической ишемии головного мозга, приводящей к диффузному поражению нейронов коры с развитием когнитивных расстройств. На сегодняшний день существует потребность в ранних диагностических маркерах, что важно для эффективной профилактики и подбора оптимальной терапии развивающегося когнитивного дефицита. В связи с этим целью настоящей работы стало изучение взаимосвязи ЭЭГ индексов (тета/альфа и тета/бета) и показателей когнитивного статуса у пациентов с ИБС.

**Материалы и методы** Обследовано 94 пациента с ИБС, все мужчины, средний возраст 56,8±4,95 года. Пациентам проводилось нейропсихологическое исследование с помощью краткой шкалы оценки психического статуса (КШОПС), батареи лобной дисфункции (БТЛД) и теста на цифровую последовательность (ТЦП). Личностную и ситуативную тревожность оценивали по шкале Спилберга–Ханина, для выявления депрессии использовали шкалу Бека. ЭЭГ покоя при закрытых глазах регистрировали монополярно в 62 стандартных отведениях системы 10-20 с помощью энцефалографа «NEUVO», Compumedics, USA. Методом быстрого преобразования Фурье были получены значения суммарной спектральной мощности ЭЭГ в тета1,2, альфа 1,2 и бета 1,2 частотных диапазонах, на основании которых рассчитывалось соотношение мощностей тета/альфа и тета/бета ритмов. Корреляционный анализ по критерию Пирсона использовался для выявления взаимосвязи ЭЭГ индексов и показателей когнитивного статуса.

**Результаты** Синдром умеренного когнитивного расстройства выявлен у 43% пациентов с ИБС. Обнаружена отрицательная корреляция между показателями КШОПС и соотношением мощностей тета/альфа, но не тета/бета ритмов ( $R=-0,28$ ;  $p=0,012$ ), аналогичная корреляция со значением шкалы БТЛД была на уровне тенденции ( $R=-0,23$ ;  $p=0,052$ ). Таким образом, сниженные показатели когнитивных функций были ассоциированы с более выраженными признаками корковой дисфункции. Также получена положительная корреляция показателей личностной тревожности и ЭЭГ-индекса тета/бета ( $R=0,25$ ;  $p=0,03$ ), ситуативная тревожность положительно коррелировала с соотношением мощностей тета/альфа ритмов на близком к статистической значимости уровне ( $R=0,21$ ;  $p=0,06$ ).

**Заключение** Увеличение ЭЭГ-индекса тета/альфа связано с ухудшением когнитивного статуса у пациентов с ИБС и может рассматриваться как перспективный ранний маркер диагностики когнитивных расстройств.

### **CORRELATION BETWEEN EEG INDICES AND COGNITIVE STATUS IN PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE**

**Tarasova I.V., Kukhareva I.N., Barbarash O.L.**

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russian Federation, [iriz78@mail.ru](mailto:iriz78@mail.ru)

**Objective** Coronary artery disease (CAD) represents the risk factor of chronic cerebral ischemia, leading to diffuse neurons damage with the development of cognitive impairments. Nowadays, early diagnostic markers for effective prevention and selection of optimal CD therapy are required. In this regard, the aim of this work was to study the correlation between EEG indices (theta/alpha and theta/beta) and cognitive status indicators in patients with CAD.

**Materials and Methods** A total of 94 male CAD patients, mean age – 56,8±4,95 years, were examined. All patients underwent standardized neuropsychological examinations using the Mini-Mental State Examination (MMSE), Frontal Assessment Battery (FAB) and the Trial Making Test (TMT), Part A. Depression (BDI), state, and trait anxiety (Spielberger questionnaire) scores were evaluated. Resting-state EEG with eyes closed was recorded monopolarly in 62 channels according to the international 10–20 system by Neuvo SynAmps2 System (Compumedics, USA). The total EEG spectral power values in the theta 1, theta2, alpha 1, alpha2 and beta1, beta2 bands were obtained by Fourier transformation. Based on this power values theta/alpha and theta/beta ratios were calculated. Pearson's correlation test was used to measure the correlation between the theta/alpha and theta/beta ratios and cognitive status indicators.

**Results** Forty CAD patients (43%) had mild cognitive impairment. A negative correlation was found between the MMSE scores and theta/alpha power ratio ( $R = -0,28$ ;  $p = 0,012$ ), but not the theta/beta ratio, a similar correlation with FAB scores have a clear tendency to significance ( $R=-0,23$ ;  $p=0,052$ ). Thus, poorer cognitive status was associated with more pronounced signs of cortical dysfunction. Also received a positive correlation between trait anxiety and theta/beta EEG index ( $R = 0,25$ ;  $p = 0,03$ ), state anxiety was positively correlated with the theta/alpha ratio at the edge of significance ( $R = 0,21$ ;  $p = 0,06$ ).

**Conclusion** The theta/alpha ratio increase is associated with deterioration of cognitive status in CAD patients and may be considered as early diagnostic marker of cognitive impairment.

**ТАКТИЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РЕЦЕПТОРОНЕСУЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЯЗЫКА КАК КОМПОНЕНТ ТАКТИЛЬНО-ВИБРАЦИОННОГО ВОСПРИЯТИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ УСТНОЙ РЕЧИ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ В РАЗВИТИИ СЕНСОРНЫХ ФУНКЦИЙ (ЗРЕНИЯ И СЛУХА)**

**Тарновская Т.А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Московский педагогический государственный университет, Институт биологии и химии, Москва, Россия, [tantar1956@yandex.ru](mailto:tantar1956@yandex.ru)

Дорсальная поверхность языка человека имеет разнообразные тактильные образования, самые многочисленные из них имеют тонкие пальцевидные выросты. Последовательность появления язычных согласных звуков речи в лепетном репертуаре ребенка первого года жизни определяется последовательностью структурного становления тактильных образований языка у младенцев, слышащих и глухих (Любимова З.В., 1981, 1985). Структурная организация механосенсорной поверхности языка в период развития речи (до 6 лет) претерпевает значительные изменения, что обеспечивает динамику повышения тактильной чувствительности языка по абсолютным, дифференциальным порогам и стереогнозии. Изменяются частотные характеристики язычных звуков речи (Тарновская Т.А., 1998).

Определяли уровень биологической зрелости организма, пороги тактильной чувствительности, стереогнозию механосенсорной поверхности языка и кисти руки (как компонентов полисенсорного восприятия и воспроизведения речи) и частотные характеристики звуков речи слабослышащих глухих, глухих, слабослышащих слабослышащих, незрячих детей – воспитанников Сергиево-Посадского детского дома слепоглухих (15 детей 6-7 и 10-11 лет) и зрячеслышащих детей (20 человек). У всех обследованных детей большей тактильной чувствительностью характеризуется медиальная поверхность языка. Отмечено, что у детей незрячих, с сохраненным слухом и использующим активно устную речь в коммуникативном поведении, пороги тактильной чувствительности языка практически совпадают ( $p > 0,05$ ) со значениями у зрячеслышащих детей. Тактильная чувствительность рецепторонесущей поверхности языка глухих снижена ( $p < 0,05$ ) в сравнении с обычными (зрячеслышащими) детьми и незрячими.

Знание индивидуальных порогов тактильной и вибротактильной чувствительности языка может быть использовано для определения методов при обучении устной речи детей, имеющих сложный характер сенсорного нарушения и создания возможностей для адаптивного взаимодействия с окружающим миром.

**TACTILE SENSITIVITY OF RECEPTORBEARING SURFACE OF TONGUE AS A COMPONENT OF TACTILE AND VIBRATIONAL PERCEPTION WHILE TEACHING ORAL SPEECH TO CHILDREN CHILDREN WITH VIOLATIONS IN THE DEVELOPMENT OF SENSORY FUNCTIONS (EYESIGHT AND HEARING)**

**Tarnovskaya T.A.**

Federal state budget educational establishment Moscow pedagogical state university, Institute of biology and chemistry, Moscow, Russia, [tantar1956@yandex.ru](mailto:tantar1956@yandex.ru)

Dorsal surface of tongue of a human has various tactile formations, the most numerous of them have thin finger kind outgrowths. Sequence of appearing of tongue consonant sounds of speech in baby talk of the first year old infant is determined with the sequence of structural becoming of tactile formations of the tongue at infants, having hearing and deaf (Leubimova Z.V., 1985). The structural organization of mechanosensory surface of the tongue in the period of the development of speech (before 6 years old) suffers significant changes and that guaranties dynamics of increasing tongue sensitivity at absolute, differential thresholds and stereognosis. Frequency characteristics of tongue sounds of speech also undergo changes (Tarnovskaya T.A., 1998).

The level of biological maturity, thresholds of tactile sensibility and stereognosis of the dorsal surface of the tongue and hand (as components of polysensory perception and reproduction of speech), frequency characteristics of sounds of speech defined at children (deaf with faint eyesight, deaf, with low hearing and eyesight, blind) from the Home of Sergiev Posad for blind and deaf (15 children of 6-7 year old and 10-11 years and 20 children with normal hearing and eyesight). All inspected children had larger tactile sensibility of the medial surface of the tongue. The inspection showed that blind children with hearing and actively using oral speech in their communicative behaviour the tactile sensibility of the tongue practically coincide ( $p > 0,05$ ) with the meanings of children with normal hearing and eyesight. Tactile sensibility of dorsal surface of deaf is lower ( $p < 0,05$ ) in compare with usual children (with normal hearing and eyesight) and deaf.

Knowledge of individual thresholds of tactile and vibrotactile sensibility of the tongue can be used to define methods of teaching oral speech to the children having complex character of sensory violations and creation of possibilities for adaptive interaction with environment.

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ГИБЕЛИ КЛЕТОК В СЕТЧАТКЕ КРЫС ПРИ СТАРЕНИИ И РАЗВИТИИ РЕТИНОПАТИИ**

**Телегина Д.В., Кожевникова О.С., Колосова Н.Г.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН», Новосибирск, Россия; [telegina@bionet.nsc.ru](mailto:telegina@bionet.nsc.ru)

Нарушения функций ретинального пигментного эпителия (РПЭ) и следующая за ними гибель фоторецепторов – характерные признаки поздних стадий возрастной макулярной дегенерации (ВМД) – комплексного заболевания, которое становится основной причиной потери зрения людьми старше 60 лет. Несмотря на интенсивные исследования патогенеза ВМД, информация о молекулярно-генетических предпосылках событий, ведущих к гибели фоторецепторов, как и о путях их гибели, крайне ограничена. Анализ изменений транскриптома, предшествующих и сопутствующих проявлениям старения и развитию связанных с ним заболеваний, – продуктивный подход к поиску генов, вовлеченных в их этиологию и патогенез. Растет количество данных о транскриптоме сетчатки, но сведений об его изменениях с возрастом и, тем более, в динамике развития ВМД крайне мало. Цель настоящей работы – изучить



механизмы гибели клеток сетчатки при старении и при развитии аналогичной ВМД ретинопатии у крыс OXYS (ИЦиГ СО РАН) – первой отечественной модели ВМД. Методом RNA-seq исследовали транскриптом сетчатки крыс OXYS и Вистар (контроль) в возрасте 20 дней, 3 и 18 мес. Установлено, что в период манифестации клинических признаков ретинопатии – в возрастной период от 20 дней до 3 мес. – у крыс OXYS изменяется экспрессия генов, регулирующих процессы аутофагии (11 генов), некроптоза (8 генов) и апоптоза (25 генов). Реконструкция ассоциативных сетей, образуемых генами-регуляторами апоптоза, выявила подавление процесса апоптоза в сетчатке крыс OXYS всех исследованных возрастов, при этом у крыс OXYS максимально была изменена активность внешнего пути апоптоза. Наибольшим количеством регулирующих апоптоз генов с измененной экспрессией было у крыс OXYS в возрасте 3 мес., когда заболеваемость достигает 100%. Такие результаты согласуются с данными о динамике гибели клеток в сетчатке. Так, в возрасте 20 дней у крыс обеих линий активно происходят процессы апоптоза, но у крыс OXYS количество TUNEL-позитивных клеток в 1.5 раза ( $p < 0.05$ ) больше, чем у Вистар. В дальнейшем (в 3 и 18 мес.) у крыс обеих линий активность апоптоза резко снижается. Также у крыс обеих линий с возрастом снижается количество клеток РПЭ, при этом у крыс OXYS развитие ретинопатии происходит на фоне их деструктивных изменений. Активность миграции клеток микроглии не различается у крыс OXYS и Вистар и не изменяется с возрастом. Исследование маркера макроглии – экспрессии белка GFAP – выявило снижение активности макроглии в сетчатке крыс OXYS в возрасте 20 дней и её активацию в возрасте 7 месяцев.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 15-04-02195А*

### **MOLECULAR MECHANISMS OF CELL DEATH IN THE RETINA OF RATS DURING AGING AND THE DEVELOPMENT OF RETINOPATHY**

**Telegina D.V., Kozhevnikova O.S., Kolosova N.G.**

Federal research center Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia; [telegina@bionet.nsc.ru](mailto:telegina@bionet.nsc.ru)

The dysfunction of retinal pigment epithelium and the following death of photoreceptors are hallmarks of late-stage of age-related macular degeneration (AMD) – a complex disease, which becomes a major cause of irreversible vision loss in people older than 60. In spite of numerous studies on AMD pathogenesis, the information about the molecular genetic preconditions of events leading to the death of photoreceptors, as well as about the pathways of death, is extremely limited. Aging and age-related disease related are associated with changes in the expression of many genes. High-throughput genomic studies integrated transcriptomic next-generation sequencing with bioinformatic analysis of molecular pathways. Today, this approach seems to be productive at elucidation of disease development. In recent years, the data on the retinal transcriptome have accumulated substantially, but the information on its changes with age and at various stages of AMD is scarce. The main aim of this study was to identify the mechanisms of retinal cell death during aging and the development of retinopathy similar to the dry form of AMD in OXYS rats. It is shown that during the development of the first evidence of retinopathy (between 20 days and 3 mo) it was observed the changed expression of genes that regulate processes of autophagy (11 genes), necroptosis (8 genes), and apoptosis (25 genes) in OXYS rats. The data of the construction and analysis of gene interaction networks formed by differentially expressed genes between OXYS and Wistar, involved in apoptosis, shows the suppression of apoptosis in OXYS rats at all ages. We also demonstrated the significance of the extrinsic apoptotic pathway at preclinical, early, and advanced stages of retinopathy development. The largest number of apoptosis genes changed the expression profile during the manifestation of the first signs of retinopathy in rats OXYS. An increased level of apoptosis was observed in OXYS rats at age 20 day, and the number of TUNEL-positive cells in OXYS rats was 1.5 – fold greater than that in Wistar rats. By the age of three months, the number of TUNEL-positive cells in the retina of both OXYS and Wistar rats significantly decreased to solitary cases and remained at the same level in the retina of 18-month-old animals, without any interstrain differences. Also it is shown that the total number of RPE cells decreased with age at both OXYS and Wistar lines, in OXYS rats retinopathy develops against the background of the destructive changes in the RPE cells. The activity of microglia migration did not differ in OXYS and Wistar rats and did not change with age. The study of protein expression GFAP (macroglial marker) showed that GFAP is increased in retina of 7-month-old OXYS rats.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project # 15-04-02195A)*

### **ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ В ТЕСТЕ GO/NOGO У ВЗРОСЛЫХ ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ**

**Терещенко Е.П., Пономарев В.А., Кропотов Ю.Д.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мозга человека им. Н.П.Бехтеревой Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; [e\\_tereshchenko@yahoo.com](mailto:e_tereshchenko@yahoo.com)

Принято считать, что в целом с возрастом у людей снижается качество выполнения задач, требующих когнитивного контроля. Существует множество гипотез, объясняющих такое снижение. Одни гипотезы говорят о снижении скорости обработки информации с возрастом, другие – о специфическом снижении когнитивных функций, таких как восприятие и распознавание стимула, активность внимания и рабочей памяти и т.п. Одной из таких теорий является компенсаторная гипотеза старения, основанная на данных об уменьшении с возрастом активности в задних отделах мозга наряду с увеличением в передних отделах. Этот «задне-передний сдвиг» при старении рассматривается как компенсаторный механизм: снижение когнитивных функций компенсируется повышением качества выполнения задач. В настоящем исследовании проверялись и дополнялись данные гипотезы.

Исследовались особенности возрастных изменений мозговых механизмов обеспечения психических процессов ожидания и восприятия стимулов, направленного внимания, удержания и сравнения стимулов в рабочей памяти, подготовки к действию, выполнения и подавления моторной реакции у группы здоровых взрослых от 18 до 84 лет (454 человека). В соответствии со схемой возрастной периодизации

индивидуального развития человека вся группа испытуемых была разделена на подгруппы: 18-23, 24-33, 34-50, 51-60 и 61-89 лет. Для оценки нейрофизиологических коррелят когнитивных функций использовался двустимульный зрительный тест GO/NOGO парадигмы. Вызванные потенциалы (ВП), полученные в тесте, были разложены на латентные компоненты посредством метода слепого разделения источников. Такое разложение позволяет выделить сигналы скрытых источников вызванных потенциалов и более точно описать электрофизиологические корреляты процессов когнитивного контроля. Для статистического анализа использовался двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями ANOVA.

Испытуемые всех возрастных групп выполняли тест GO/NOGO с высокими показателями качества. количество ошибок было незначительным, значимых различий по времени реакции не обнаружено. Несмотря на это, полученные данные поддерживают гипотезу снижения скорости обработки информации, т.к. показано значимое увеличение латентности всех когнитивных компонент ВП с возрастом – на 8 мс за десятилетие для ранних компонентов (<200 мс) и на 20 мс за десятилетие для поздних компонентов ВП.

Значимые эффекты влияния возраста на величину ВП были получены для компонент N2cue, P3cue, CNV, P3Go, N2d NoGo, P3d NoGo и латентных компонент ВП, причем величина одних сигналов – имеющих теменно-височное и затылочное распределение – уменьшалась с возрастом, а других – имеющих фронтально-центральное распределение – увеличивалась. Таким образом, полученные данные о «задне-переднем сдвиге», происходящем, вероятно, для поддержания качества выполнения задания на относительно стабильном уровне, подтверждают компенсаторную теорию старения.

### **EFFECT OF AGING ON ERP COMPONENTS IN CUED GO/NOGO TASK**

**E.P. Tereshchenko, V.A. Ponomarev, Ju.D. Kropotov**

N.P. Bechtereva Institute of the Human Brain, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia;  
[e\\_tereshchenko@yahoo.com](mailto:e_tereshchenko@yahoo.com)

As people age, their performance on tasks requiring cognitive control often declines. In the present study two hypotheses of aging are tested: hypotheses suggesting a general decline and compensatory hypothesis of aging. In the context of first hypotheses, it is often proposed that processing speed generally declines with age. Compensatory theory is built on the consistent finding that age-related increase in the frontal lobe activity is in general accompanied by decreased activity in posterior brain regions. This posterior-anterior shift in aging is considered as a compensatory mechanism reflecting to offset posterior-related neuroanatomical and neurophysiological declines associated with aging. The cued GO/NOGO paradigm represents one of the experimental tools for studying brain operations during cognitive control. Two cognitive control modes can be separated in this task: proactive (task setting, orienting to the stimulus, attention allocation, working memory) and reactive (hypothetical operations of detection of mismatch in sensory domain, inhibiting a prepotent response pattern etc.) modes.

In order to test hypotheses ERP correlates of cognitive control in the GO/NOGO task were studied in a large group of healthy subjects (N=454) of age from 18 to 84 years old. To demonstrate gradual changes of ERP waves and their components with age the whole group is divided into five age groups: 18-23, 24-33, 34-50, 51-60 and 61-89 years. The ERP waves of cognitive control such N2cue, P3cue, CNV and other were decomposed into latent components by means a blind source separation method. For statistical analysis two-way repeated measures ANOVA was used.

The subjects performed the task at relatively high level with number of omissions below and reaction time similar to five age groups. The processing speed hypothesis was supported by demonstration that latencies of all cognitive control components increase with age: early components (<200 ms) at 8 ms per decade while late components at 20 ms per decade. The compensatory hypothesis of aging was supported by observation that amplitudes of the components localized in the posterior areas decrease with age whereas the amplitudes of the components localized in the prefrontal cortical areas increase with age in order to keep the performance in this task at relatively stable level.

### **ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КООРДИНИРОВАННЫХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ, ГОЛОВЫ И РУК У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА И ДИСЦИРКУЛЯТОРНОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ**

**Тесленко Е.Л., Дамянович Е.В., Чигалейчик Л.А., Базиян Б.Х.**

Федеральное Государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия, Волоколамское шоссе, д.80, [tes\\_alena@mail.ru](mailto:tes_alena@mail.ru)

Исследовались саккадические движения глаз, сочетанные с движениями головы и рук при выполнении целенаправленных движений в горизонтальной плоскости в ответ на зрительные стимулы. Результаты проведенных тестов у пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией (ДЭ) и болезнью Паркинсона (БП) сравнивались с контрольной группой здоровых испытуемых. Использовался запатентованный аппаратно-программный комплекс для обследования двигательной активности человека.

Обследовано 75 пациентов от 51 до 76 лет, из них 28 пациента с БП и 47 пациент с ДЭ.

Пациент фиксировал взор на переключающейся на 400 по горизонтали от центра к периферии мишени, также переводить ручкой рычаг с указателем, присоединенный к потенциометру, показания которого определяли расположение ручки.

Одновременно пациент выполнял повороты головы в сторону зажженной мишени (на голову испытуемого надевался шлем с датчиком, фиксирующим движения головы). Движения глаз регистрировали с помощью электроокулограммы. Все тесты выполнялись сначала в одну, затем в другую сторону. В описываемом эксперименте осуществлялся мониторинг и проводился анализ латентных периодов и длительности саккадических движений глаз, рук и головы. Анализировалась также и точность, амплитуда, траектории движений. Далее проводилась статистическая обработка результатов.

Было выявлено статистически достоверное увеличение латентных периодов саккад. движений головы и рук как у пациентов с БП, так и при ДЭ. В отличие от пациентов с БП у больных с ДЭ наблюдалось нарастание вариабельности латентных периодов, длительности всех движений. Характерной особенностью у пациентов с ДЭ было разноамплитудное дрожание глазных яблок (плохая фиксация взора на мишени) и часто девиация глазных яблок во время и после выполнения саккады. нестабильность удержания взора на мишени в постсаккадический период. Отличия по латентным периодам, длительностям движений глаз при БП и ДЭ статистически значимы по сравнению со здоровыми испытуемыми ( $p < 0.05$ ).

По результатам исследования выявлена специфичность нарушений процессов программирования и осуществления движений глаз, головы и рук у пациентов с БП и ДЭ. Данные результаты важны при функциональной диагностики этих нозологий, определении эффективности медикаментозной терапии и определения лечебной тактики при ДЭ, БП.

### **ESPECIALLY ELECTROPHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF COORDINATED EYE, HEAD AND HANDS MOVEMENTS IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE AND DISCIRCULATORY ENCEPHALOPATHY**

**Teslenko E.L., Damyanovich E.V., Chigaleychik L.A., Baziyan B.H.**

Scientific center of neurology, Moscow, Russia, Volokolamskoye Highway, 80, tes\_alena@mail.ru

We investigated saccadic eye movements, combined with movements of the head and hands when performing purposeful movements in the horizontal plane in response to visual stimuli. The results of these tests in patients with discirculatory encephalopathy (DE), and Parkinson's disease (PD) were compared with a control group of healthy subjects. To do this, it uses the patented hardware and software system for investigate of motor activity of man.

The study involved 75 patients aged from 51 to 76 years, of which 28 patients with PD and 47 patients with DE.

The patient has been fixed his eyes on switched to 40° horizontally target from the center to the periphery and moved the lever arm with a pointer attached to the potentiometer, the testimony of which is determined by the location of the hand.

At the same time the patient performs the head turns toward the lighted target (the head of the test wear a helmet with a sensor will detect the movement of the head). Eye movements were recorded using electrooculogramma. All tests were carried out first to one and then the other side. In this experiment will be monitored and analyzed the latent periods and the duration of saccadic eye movements, hands and head. And also analyzed the accuracy, amplitude, trajectory of movements.

Then carry out a statistical analysis of the results.

There was statistically significant increase in the latent period of saccades, movements of the head and hands in patients with PD and DE. Unlike patients with PD patients with DE an observed increase in variability latent periods, the duration of all movements. A characteristic feature of patients with DE were various amplitudes, jitter eyeballs (bad fixation of gaze on the target), and were often the deviation of the eyeballs saccades during execution and thereafter, instability retention at the target in sight after saccadic period. Differences on the latent period, duration of eye movements in PD and DE were statistically significant when compared with healthy subjects ( $p < 0.05$ ).

Analyzing the results of the study can be assumed specificity of violations of the programming processes of eye, head and hands movements in patients with PD and DE. This can assist clinicians in the implementation of functional diagnostics of nosology, determining the effectiveness of drug therapy and the definition of medical tactics at DE, PD.

### **МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОЙ НЕЙРОТРАНСМИССИИ**

**Тимофеева М.Р., Лукина С.А.**

ГБОУ ВПО Ижевская государственная медицинская академия, Ижевск, Россия  
martim18@yandex.ru

Дисфункция дофаминергической системы является основой патогенеза нервно-психических и нейродегенеративных заболеваний, в частности, гиперактивность дофаминергической системы обуславливает возникновение шизоаффективных расстройств. Установлено, что дофаминовые ( $D_{1-5}$ ) рецепторы широко представлены в головном мозге на структурах гипоталамуса, гипофиза, миндалевидного комплекса, черной субстанции, стриатума, респираторной нейросети [Баришполец В. В. и др. 2009; Cazorla M. et al, 2014]. Показаны изменения режима вентиляции легких при дисфункции дофаминергической системы [Меркулова Н.А. и др., 2004; Güner I. et al, 2002]. Целью исследования явилось изучение негазообменных функций легких при церебровентрикулярном введении допамина. Опыты выполнены на наркотизированных крысах-самцах в соответствии с этическим кодексом, в том числе ложнопериорированных, с микроинъектированием свежеприготовленного раствора допамина в боковой желудочек мозга посредством стереотаксически имплантированных канюль через день в течение 3 недель. Активация дофаминергической нейротрансмиссии в условиях церебровентрикулярного введения допамина, обладающего стимулирующим эффектом на постсинаптические дофаминовые рецепторы, приводила к повышению синтеза альвеолярных фосфолипидов ( $p=0,03$ ) с низкими поверхностно – активными свойствами. Модификация спектра фосфолипидов проявилась уменьшением фракции фосфатидилхолина, сфингомиелина и увеличением лизофосфатидилхолина, фосфатидилэтаноламина, фосфатидной кислоты в составе сурфактанта ( $p < 0,05$ ). Водный дисбаланс характеризовался гипоперфузией ( $p=0,007$ ) и гипогидратацией легочной ткани ( $p=0,04$ ). В системе гемостаза определили явления гиперкоагуляции артериальной крови по внешнему каскаду ( $p=0,005$ ). Вместе с тем, сохранилась направленность и сила корреляционной связи индекса стабильности и фосфатидилхолина сурфактанта ( $r_s = 0,83$ ;  $p < 0,05$ ),

уменьшилась интенсивность перекисного окисления липидов ( $p=0,01$ ), повысилась фагоцитарная активность альвеолярных макрофагов ( $p=0,01$ ), восстановилась фибринолитическая активность крови в малом круге кровообращения, что можно оценить как проявления реализации саногенетических программ, направленных на сохранение функционального оптимума метаболических функций легких.

### METABOLIC LUNG FUNCTION AT ELEVATED DOPAMINERGIC NEUROTRANSMISSION

Timofeeva M.R., Lukina S.A.

Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia, [martim18@yandex.ru](mailto:martim18@yandex.ru)

Dysfunction of the dopaminergic system is the basis of the pathogenesis of neuropsychiatric and neurodegenerative diseases, such as hyperactivity of the dopaminergic system determines the appearance of schizoaffective disorders. Troestablished that dopamine (D1-5) receptors are widely represented in the brain in the hypothalamic structures, pituitary, amygdala, substantia nigra, striatum, respiratory neural network [Barishpolets V.V. et al, 2009; Cazorla M. et al, 2014]. The changes of ventilation mode when the dysfunction of the dopaminergic system [Merkulova N.A. et al, 2004; Güner I. et al, 2002]. The aim of the study was to investigate the changes of lung function when administered cerebroventricular dopamine. Experiments were performed on anesthetized male rats in accordance with the ethical code-skim, including sham, with microinjection of a sterile isotonic solution of dopamine into the lateral ventricle of the brain via implanted cannulas stereotaxically every other day for 3 weeks. Activation of dopaminergic neurotransmission in a cerebroventricular administration of dopamine, which has a stimulating effect on postsynaptic dopamine receptors, resulted in increased alveolar phospholipid synthesis ( $p = 0,03$ ) with low surface-active properties. Modification spectrum manifested a decrease in the phospholipids fraction phosphatidylcholine, sphingomyelin and increased lysophosphatidylcholine, phosphatidylethanolamine, phosphatidic acid in the surfactant ( $p < 0,05$ ). Water imbalance characterized by hypoperfusion ( $p = 0,007$ ) and hydropneumonia lung tissue ( $p = 0,04$ ). The hemostatic effects identified hypercoagulable arterial blood on the outside stage ( $p = 0,005$ ). At the same time, it kept the focus and strength of correlation index stability and surfactant phosphatidylcholine ( $r_s = 0,83$ ;  $p < 0,05$ ), decreased the intensity of lipid peroxidation ( $p = 0,01$ ), increased phagocytic activity of alveolar macrophages ( $p = 0,01$ ), recovered fibrinolytic activity of the blood in the pulmonary circulation, which can be considered as manifestations of sanogenetic implementation of programs aimed at preserving the functional optimum metabolic lung function.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОДЕГРАДИРУЕМОГО 3D СКАФФОЛДА ПРИ ТЕРАПИИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ

Тихобразова О.П.<sup>1</sup>, Балябин А.В.<sup>2</sup>, Муравьева М.С.<sup>3</sup>, Ключев Е.А.<sup>1</sup>, Тимашов П.С.<sup>4</sup>, Баграташвили В.Н.<sup>4</sup>,  
Мухина И.В.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Нижегородская государственная медицинская академия" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, Россия; <sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение "Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, Россия; <sup>3</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского", Нижний Новгород, Россия; <sup>4</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем лазерных и информационных технологий Российской академии наук, Москва, Россия; [olga.tikhobrazova@gmail.com](mailto:olga.tikhobrazova@gmail.com)

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) вызывает дегенерацию и гибель клеток в центральной нервной системе. В настоящее время одним из наиболее перспективных методов терапии ЧМТ является нейротрансплантация стволовых или прогениторных клеток. Однако клинические и экспериментальные эффекты трансплантации клеток на основе 3D носителей из синтетических биodeградируемых материалов, создающих подходящую для регенерации тканей и нейротрансплантации среду, изучены недостаточно. На модели экспериментальной открытой ЧМТ мозга мышей линии C57BL/6 изучена биосовместимость 3D биodeградируемого скаффолда, созданного микростереолитографическим методом путем комбинации модифицированного хитозана и высокомолекулярной гиалуроновой кислоты, выполняющего роль носителя трансплантируемых клеток и замещающего матрикс нервной ткани при нейротрансплантации. В эксперименте установлено, что трансплантация 3D биodeградируемого скаффолда во время проведения реконструктивной терапии дефекта ткани мозга снижает дефицит неврологических и мнестических функций животных (исследование процессов обучения и кратковременной и долговременной памяти) к 30 суткам посттравматического периода. Визуализация целостности ткани мозга с помощью высокопольной МРТ показала значительное уменьшение объема повреждения по сравнению с контролем. Через 5 месяцев по данным МРТ в области очага повреждения обнаружено образование однородной ткани, которая по интенсивности сравнима с интактной тканью, не имеет выраженной границы с интактной тканью, не накапливает жидкость и не имеет уплотнений. Выявленные морфологические и функциональные параметры жизнедеятельности мышей свидетельствовали о биосовместимости биodeградируемого материала 3D скаффолда на основе модифицированного хитозана в комплексе с гиалуроновой кислотой.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 14-25-00055.*

## EXPERIMENTAL ESTIMATION POSSIBILITY OF USING THE BIODEGRADABLE 3D SCAFFOLD IN THE TREATMENT OF TRAUMATIC BRAIN INJURY

Tikhobrazova O.P.<sup>1</sup>, Balyabin A.V.<sup>2</sup>, Muravyeva M.S.<sup>3</sup>, Kluev E.A.<sup>1</sup>, Timashov P.S.<sup>4</sup>, Bagratashvili V.N.<sup>4</sup>, Mukhina I.V.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State Medical Academy, Nizhny Novgorod, Russia; <sup>2</sup>Federal State Institution "The Volga Federal medical research center", Nizhny Novgorod, Russia; <sup>3</sup>Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia; <sup>4</sup>Institute on Laser and Information Technologies of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [olga.tikhobrazova@gmail.com](mailto:olga.tikhobrazova@gmail.com)

Traumatic brain injury (TBI) induces degeneration and death of cells in the central nervous system. Currently, one of the most promising methods of treatment of TBI is neurotransplantation stem or progenitor cells. However, the clinical and experimental effects of cells transplantation into the three-dimensional structures of synthetic biodegradable materials that create an artificial micro-environment suitable for brain tissue regeneration and cell transplantation have been insufficiently studied. On the model of experimental open brain injury C57BL/6 mice the biocompatibility of 3D biodegradable scaffold produced by microstereolithography technique by combination of modified chitosan and hyaluronic acid of high molecular weight that serve as a carrier of transplantable cells and replacing the matrix of neural tissue in neurotransplantation were studied. Using parameters of the neurological functions and cognitive behavior of mice (the acquisition and long-term retrieval tests of passive avoidance behavior, short term memory with recognition of the novel object) were shown that transplantation of a 3D scaffold during the reconstructive therapy tissue damage of the brain reduces the deficit of neurological and cognitive functions of animals to the 30 days of the post-traumatic period. According to visualization of the integrity of brain tissue by high field MRI investigation the lesion volume was significantly decreased compared to the control. The formation of a homogeneous tissue was revealed in the lesion site by MR investigation which by intensity was comparable to the intact tissue. The expressed border with the intact tissue was not detected. The liquid was not accumulated in the traumatic cavity and have not been induration 5 months after injury. Revealed morphological and functional parameters of experimental animals showed the biocompatibility of biodegradable material 3D scaffold based on a modified chitosan in combination with hyaluronic acid.

*This work was supported by RScF grant 14-25-00055.*

### ЭФФЕКТЫ DISC1 x D2R ПЕПТИДА НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ C57BL/6NCrI МЫШЕЙ Ткаченко А.А., Павлов К.С., Липина Т.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирск, Россия; [aliastars@mail.ru](mailto:aliastars@mail.ru)

DISC1 или *Disrupted-In-Schizophrenia-1* («Нарушенный-при-шизофрении-1») это белок, кодируемый одноимённым геном. Мутации, нарушающие функционирование белка, связаны как с шизофренией, так и с другими психическими расстройствами. Недавно было показано, что DISC1 напрямую взаимодействует с дофаминными рецепторами 2го типа (D2R), и таким образом контролирует функциональность данной нейротрансмиттерной системы мозга. Было найдено, что в головном мозге больных шизофренией DISC1 x D2R протеин-протеин взаимодействия усилены по сравнению со здоровыми людьми. Следовательно, был синтезирован TAT-D2 пептид, разрывающий DISC1 x D2R взаимодействия и оказывающий антипсихотическое (АП) действие на экспериментальных моделях шизофрении (Su et al., 2014). Предыдущие исследования показали, что антипсихотические препараты действуют через GSK-3 (гликоген синтаз киназа-3) сигнальный путь. Известно, что GSK-3 участвует в механизмах синаптической пластичности и блокаторы GSK-3 способны повышать определенные когнитивные способности у инбредных мышей C57BL/6J, которые являются референтной линией во многих исследованиях (Lipina et al., 2013). Одной из задач при разработке АП нового поколения является их селективная эффективность в коррекции когнитивных функций, нарушенных при шизофрении. Основной задачей данного исследования явилась оценка воздействия TAT-D2 пептида на оперативную и эпизодическую память, вероятностное обучение и когнитивную ригидность у мышей линии C57BL/6NCrI, поскольку дефицит данных когнитивных функций наблюдается при шизофрении. Нами было выявлено, что TAT-D2 пептид (3 наномоль/гр веса, однократное внутрибрюшинное введение за 30 мин до тестирования) достоверно улучшал рабочую память в «Т-образном лабиринте» по сравнению с контролем ( $p \leq 0.05$ ). Однако, в эксперименте по оценке эпизодической памяти в тесте «смещенный объект», экспериментальные группы не показали статистически значимой разницы ( $p > 0.05$ ). Комплексная оценка эффектов пептида в ряде тестов на когнитивные домены позволит выявить его дополнительные свойства не только как АП, но и как нового средства для усиления когнитивных способностей человека, что может найти своё применение, например, в академической среде, в военных целях. Доклинические исследования заложат основу для дальнейших клинических испытаний TAT-D2 пептида в качестве усилителя когнитивных функций и антипсихотика нового поколения.

### EFFECTS OF DISC1 x D2R PEPTIDE ON COGNITIVE FUNCTIONS IN C57BL/6NCrI MICE Tkachenko A.A., Pavlov K.S., Lipina T.V.

Federal State Budgetary Scientific Institution, Scientific Research Institute of Physiology and Basic Medicine, Novosibirsk, Russia; [aliastars@mail.ru](mailto:aliastars@mail.ru)

Disrupted-In-Schizophrenia-1 (DISC1) is a protein encoded by DISC1 gene, and DISC1 polymorphism is associated with several mental disorders, including schizophrenia. Recently, we showed that DISC1 directly interacts with Dopamine type 2 Receptor (D2R) and thus regulates the functionality of this neurotransmitter system in the brain. It was found that DISC1 x D2R protein-protein interactions are strengthened in the brain of patients with schizophrenia in comparison with healthy people. Hence, the peptide, that uncouples DISC1xD2R interactions, was synthesized (TAT-D2R), eliciting antipsychotic effects (AP) in animal models of schizophrenia (Su et al., 2014). Previous studies have shown that AP drugs (APDs) act through GSK-3 (glycogen synthase kinase-3)

signaling pathway. It is known that GSK-3 is involved in synaptic plasticity and GSK-3 inhibitors can enhance certain cognitive abilities in inbred C57BL/6J mice, which is considered as control, reference line in many studies (Lipina et al., 2013). One of the main goal in the field of psychopharmacology is to develop new APDs which would correct specific cognitive deficits seen in schizophrenics with high efficacy. The main objective of this study was to evaluate the effects of the TAT-D2 peptide on working and episodic types of memory, probabilistic learning and reversal learning (cognitive rigidity) in mice C57BL/6NCrl since these cognitive domains are impaired in patients with schizophrenia. We have found that TAT-D2 peptide (3 nmol/kg, acute intraperitoneal (i.p.) injection; 30 min as pre-treatment time) significantly improved working memory assessed in the "T-maze" in comparison with the control group (scrambled peptide;  $p \leq 0.05$ ). However, there was no statistically significant difference in episodic memory assessed by the "displaced object recognition" between the experimental groups ( $p > 0.05$ ). Comprehensive assessment of peptide effects in several cognitive domains will reveal its additional properties not only as the novel APD, but also as a new agent for enhancing human' cognitive abilities, which may find its use, for example, in an academic environment or for military purposes. Our preclinical studies will pave the way for further clinical trials TAT-D2 peptide as a cognitive enhancer and as APD of new generation.

### **ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ СИТУАТИВНОЙ ТРЕВОЖНОСТИ**

**Толмачева Е.А.<sup>1</sup>, Котельникова А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия;

<sup>2</sup> Многопрофильная клиника медицинской реабилитации, Москва, Россия; Tolmacheva@pochta.ru

Согласно определению ВОЗ, «здоровье – это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов» (Устав ВОЗ, 1946). Одной из интегральных характеристик индивидуального восприятия различных сторон жизнедеятельности является качество жизни (КЖ). Оценка КЖ производится на основании результатов самоотчета и основным инструментом для этого являются опросники. Одним из важнейших критериев КЖ является психическое здоровье, которое характеризует настроение, наличие или отсутствие депрессии, тревожных переживаний, а также общее психическое благополучие. При оценке КЖ на основании самоотчета основные сложности у специалистов возникают на этапе интерпретации данных в связи с субъективностью оценки и отсутствием четко обозначенных популяционных норм. Оптико-геометрические иллюзии являются уникальным феноменом способствующим изучению особенностей обработки и передачи сенсорной информации в норме и при патологии. Целью данной работы было изучение взаимосвязи между тревожностью и силой зрительных иллюзорных проявлений. Тревожность оценивали при помощи психометрического теста Ч. Д. Спилбергера в адаптации Ю.Л. Ханина. Этот диагностический тест позволяет определить отдельно уровень личностной и ситуативной тревожности. Личностная тревожность характеризует устойчивую склонность человека воспринимать большой круг ситуаций как угрожающие и реагировать на них состоянием стресса, тревоги и психологического дискомфорта. Ситуативная тревожность характеризует степень нервозности и напряжения автономной нервной системы в ответ на угрожающие ситуации. Испытуемыми были пациенты ортопедического отделения клинического центра медицинской реабилитации г. Москва. Полученные данные свидетельствуют о наличии статистически значимой корреляции между ситуативной тревожностью и силой проявления иллюзии Мюллера-Лайера, связанной с механизмами константности восприятия величины объекта. Повышенная ситуативная тревожность сопровождается большей подверженностью иллюзии Мюллера-Лайера. Корреляции между личностной тревожностью и величиной иллюзорного искажения установлено не было. Полученные данные свидетельствуют о том, что исследование взаимосвязи между психологическим состоянием и подверженностью некоторым оптико-геометрическим иллюзиям является перспективной моделью для исследований в области медицинской психологии и психотерапии.

### **PSYCHOPHYSIOLOGICAL MEASURE FOR ASSESSMENT OF STATE ANXIETY**

**Tolmacheva E.A.<sup>1</sup>, Kotelnikova A.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of information transmission problems RAS, Moscow, Russia; <sup>2</sup> Clinical Center for Rehabilitation Medicine, Moscow, Russia; Tolmacheva@pochta.ru

The World Health Organization (WHO) defined health in its 1946 constitution as "a state of complete physical, mental, and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity". One of the general characteristics in evaluation of various aspects of well-being is a quality of life (QOL). Assessment of QOL is based on questionnaires and self-report studies. Standard indicators of the QOL include both physical and mental health, which in turn consists of emotional potential, self-efficacy, autonomy, competence as well as absence or experience of stress, depression, anxiety, mood disorders or other mental illnesses of varying degrees. The disadvantage of self-report studies is the subjective character of experience in general and lack of population norms to interpret the data properly. Geometrical-optical illusions provide a valuable tool to explore visual perception in both normal and pathological conditions. The aim of this research was to study relationship between the anxiety and the immunity to the geometrical-optical illusions. The assessment of the anxiety was based on State-Trait Anxiety Inventory (STAI) of Ch.D. Spielberger that allows differentiating between state and trait anxiety. State anxiety can be defined as fear or nervousness and the arousal of the autonomic nervous system induced temporarily by situations perceived as dangerous. Trait anxiety can be defined as a relatively enduring disposition to feel stress, worry, and discomfort. Participants were patients of the Department of Orthopedics in the Clinical Center for Rehabilitation Medicine in Moscow. The data revealed a significant inverse correlation between the state anxiety and the resistance to the Mueller-Lyer illusion related to the inappropriate constancy scaling mechanisms in visual perception. The higher assessment rates of the state anxiety corresponded to the lower immunity to the Mueller-Lyer illusion. No significant correlation was found between the trait anxiety and the magnitude of the

illusory distortions. It is concluded that further investigation of the relationship between the psychological state and the immunity to some of the geometrical-optical illusions might be beneficial for medical psychology and psychotherapy.

### **ДИНАМИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И СОСТОЯНИЯ СЕНСОМОТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ**

<sup>1</sup>Томиловская Е.С., <sup>1</sup>Рукавишников И.В., <sup>2</sup>Кофман И.С., <sup>4</sup>Черизано Д.М., <sup>1</sup>Китов В.В., <sup>1</sup>Лысова Н.Ю.,  
<sup>3</sup>Гришин А.П., <sup>1</sup>Фомина Е.В., <sup>4</sup>Решке М.Ф., <sup>1</sup>Козловская И.Б.

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва, Россия; [finegold@yandex.ru](mailto:finegold@yandex.ru). <sup>2</sup> Научный центр Уайли, Хьюстон, США; <sup>3</sup> ФГБУ НИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина; <sup>4</sup>Лаборатория нейронауки, Космических центр им. Джонсона НАСА, США

Изменения в деятельности ряда основных физиологических систем организма являются постоянным следствием длительного пребывания в невесомости. Эти изменения включают сенсомоторные, скелетные и мышечные нарушения, детренированность сердечно-сосудистой системы и др. Очевидно, что указанные изменения снижают работоспособность космонавтов, существенно ограничивая их возможности к самостоятельному передвижению и выполнению операторских задач в первые часы и дни после возвращения в гравитационную среду, и могут явиться причиной значительного ухудшения их деятельности во время и после посадки на космические объекты, в том числе и невыполнения задач миссии. На сегодняшний день накоплены знания о состоянии различных физиологических систем организма после завершения космического полета. Однако данных о состоянии и уровне работоспособности непосредственно после прибытия на Землю, а также о временной динамике восстановления функциональных свойств и рабочих возможностей космонавтов, необходимых для обеспечения безопасности и планирования их работ на космических объектах, в настоящее время не имеется. В связи со сказанным с 2013 г. с участием членов экипажа МКС (российских космонавтов и американских астронавтов) проводятся российско-американские эксперименты, целью которых является выявление в ранние сроки после приземления нарушений сенсомоторных и сердечно-сосудистой функций с использованием батареи коротких, высоко информативных и простых в исполнении тестов, а также определение динамики восстановления исследуемых функций, определение связанных с этим рисков и функциональных возможностей космонавтов/астронавтов и оптимизация реабилитационного процесса.

Предполетное исследование проводится дважды до, дважды в день приземления – непосредственно на месте посадки и на промежуточном аэродроме (по возможности), а также трижды в течение 2-х последующих недель.

Предварительные результаты проведенных экспериментов с участием 20-ти российских и американских членов экипажей выявили у всех участников существенное снижение функциональной работоспособности, ортостатической устойчивости, координации точностных движений и ограничение степеней свободы сегментов тела при тестировании в день завершения длительного космического полета. В течение последующих двух недель наблюдалось постепенное восстановление регистрируемых изменений, однако точность выполнения усложненных локомоторных задач оставалась низкой даже на 12-е сутки после посадки.

*Работа поддержана грантом РФФ №14-25-00167.*

### **DYNAMICS OF RECOVERY OF FUNCTIONAL CAPABILITY AND SENSORY-MOTOR SYSTEM STATE AFTER LONG-TERM SPACE FLIGHTS**

<sup>1</sup>Tomilovskaya E.S., <sup>1</sup>Rukavishnikov I.V., <sup>2</sup>Kofman I.S., <sup>4</sup>Cherisano D.M., <sup>1</sup>Kitov V.V., <sup>1</sup>Lysova N.Yu.,  
<sup>3</sup>Grishin A.P., <sup>1</sup>Fomina E.V., <sup>4</sup>Reschke M.F., <sup>1</sup>Kozlovskaya I.B.

<sup>1</sup>RF SSC – Institute of Biomedical Problems of the RAS, Moscow, Russia; [finegold@yandex.ru](mailto:finegold@yandex.ru).

<sup>2</sup>Wyle Science, Technology and Engineering Group, Houston, USA

<sup>3</sup>GCTC by Yu.A. Gagarin, Star City, Russia

<sup>4</sup>Neuroscience Laboratories, NASA Johnson Space Center, USA

The changes in activity of the main body physiological systems are the constant consequence of long-term space flights. These changes include sensory-motor, skeletal and muscle disturbances, loss of muscle mass and strength. Evidently, the mentioned changes decrease physical capacity of the cosmonauts, limit their possibilities to spatial orientation and functional tasks execution during first hours and days after return to the gravity environment, and can be the cause of deterioration their operator activity during and after landing on space objects up to failure of mission tasks. Today space science has knowledge on the state of different physiological systems after space flights. However, there is no data on the state and level of functional capacity immediately after landing as well as on the dynamics of recovery of functional properties and capacity of the cosmonauts which is required to provide safety and to plan their work on space objects. Due to all the said above the Russian-American joint experiments with the participation of ISS crew members started to be performed in 2013. The goals of the experiments are to reveal in the early time after landing the disturbances of sensory-motor and cardiovascular dynamics with using of special battery of short, high informative and easy in execution tests as well as definition of dynamics of recovery of the functions under study, assessment of appropriate risks and functional abilities of the cosmonauts/astronauts and optimization of rehabilitation process. The study will be performed with participation of 30 ISS crew members (Russian cosmonauts and astronauts of American segment who signed the informed consent for participation in the experiment).

The experiment is carried out 2 times before flight, at the landing day (at the landing site and on intermediate airport), and 3 times during the next two weeks. Preliminary results of the experiment carried out with participation of 10 cosmonauts/astronauts have revealed in all the participants deep decrease of functional capacity, orthostatic

tolerance, coordination of voluntary movements and limitation of degrees of freedom of body segments during first 24 hours after long-term space flight accomplishment. During next 2 weeks the progressive recovery of most of the changes is observed, however the accuracy of difficult locomotor task execution remains low even on the 12<sup>th</sup> day after landing.

*The study is supported by RSF №14-25-00167.*

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВНЕШНЕЙ И ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОГО УПРАЖНЕНИЯ ЖИМ ЛЕЖА СПОРТСМЕНОВ С ПОРАЖЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**  
**Трембач А.Б.<sup>1</sup>, Федорова И.Н.<sup>1</sup>, Липатникова М.А.<sup>1</sup>, Миниханова Е.Р.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Краснодар, Россия; alex\_trem@mail.ru

Спортивный результат в пауэрлифтинге, в значительной степени зависит от техники. В адаптивном спорте отдельные элементы техники, обеспечивающие высокий результат, могут существенно варьировать в зависимости от вида патологии. Цель: обосновать метод комплексного анализа соревновательного упражнения жим лежа спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата. Анализ внешней и внутренней структуры упражнения осуществлялся на аппаратно-программном комплексе, разработанном совместно с «ОКБ «РИТМ», дополненный модулем видеоанализа, который обеспечивал регистрацию вертикальных составляющих перемещения штанги относительно тела спортсмена, ее скорость и ускорение. Модуль тензометрии регистрировал усилия (балистограммы), развиваемые спортсменом по вертикали при жиме штанги, расположенных в областях спины и таза. Электромиографический модуль синхронно с биомеханическими показателями регистрировал огибающие электромиограмм 8 симметричных мышц (M. pectoralis major, dexter et sinister; M. triceps brachii, dexter et sinister; M. biceps brachii, dexter et sinister; M. latissimus dorsi dexter et sinister). Полученные данные позволили по реперным точкам выделить этапы, периоды и фазы данного упражнения. В наиболее значимом этапе (собственно жим штанги) выделили 2 периода и 4 фазы. 1 период (разгон штанги вверх) состоял из 1 фазы – от момента начала движения штанги вверх до момента максимального развития усилия и ускорения штанги, 2 фазы – от момента максимального развития усилия и ускорения штанги до момента проявления ее максимальной скорости. 2 период (торможение штанги) включал 2 фазы. 1 фаза – от момента развития максимальной скорости штанги до момента развития максимального снижения усилия и ускорения штанги. 2 фаза – от момента развития максимального снижения усилия и ускорения штанги до максимального перемещения штанги. Электрическая активность исследуемых мышц, зарегистрированная синхронно с биомеханическими параметрами при выполнении соревновательного упражнения позволила выявить роль для каждой из них в выделенных выше периодах и фазах. Анализ биомеханических и электромиографических параметров позволяет выделять наиболее информативные, с точки зрения спортивной техники, этапы, периоды и фазы техники жима штанги лежа в пауэрлифтинге и количественно их оценивать.

**QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE EXTERNAL AND INTERNAL STRUCTURE OF THE COMPETITIVE EXERCISE BENCH SPORTSMEN WITH LESIONS OF MUSCULOSKELETAL SYSTEM**

**Trembach A.B.<sup>1</sup>, Fedorova I.N.<sup>1</sup>, Lipatnicova M.A.<sup>1</sup>, Minihanova T.P.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>FGBOU VO Kuban State university of Physical education, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia; alex\_trem@mail.ru

Sports results in powerlifting depend significantly on sports technique. In the adaptive sport single elements of the technique providing a high result can vary considerably according to the type of pathology. The purpose of research was to develop a method of complex analysis of competitive exercise bench press and to identify functionally significant spatio-temporal intervals of its in sportsmen s with lesions of the neuro-musculoskeletal system. Analysis of the external and internal structure of the exercise was carried out on a software complex developed in conjunction with OKB RITM, and completed by video analysis module, ensured registration of vertical components of the bar movement with respect to the athlete's body, its speed and acceleration. Module tensometry recorded efforts (balistogramms) developed by athlete in vertical direction by bench pressing located in the back and pelvis. Eelectromyographic module synchronously with biomechanical parameters recorded the enveloping electromyograms of 8 symmetrical muscles ensuring the implementation of the exercise (M. pectoralis major, dexter et sinister; M. triceps brachii, dexter et sinister; M. biceps brachii, dexter et sinister; M. latissimus dorsi dexter et sinister). The data obtained allow by defined points to identify functionally significant stages, periods and phases of the bench press competition exercise. In the most significant stage (the actual bench press of the bar) determined two periods and four phases were marked in it. 1 period (acceleration of the bar up) the first phase is from the starting moment of the barbell movement downward until the moment of development of the maximum effort decrease and barbell acceleration; 2 phase is from the moment of development of the maximum effort decrease and barbell acceleration until the moment of its minimum speed development. 2 period (Inhibition of the bar) is divided into two phases. 1 phase is from the moment of the barbell minimum speed development until the moment of the maximum effort increase and barbell acceleration. 2 phase is from the moment of development of the maximum effort increase and barbell acceleration until minimum values of kinematic and dynamic parameters. The electrical activity of muscles recorded synchronously with the mechanical parameters in the performance of competitive exercise helped identify the role of each of them in selected periods and phases. Analysis of biomechanical and electromyographic parameters allows to select the most informative patterns of sports techniques in stages, periods and phases of press bench and quantitative evaluation of these patterns.



### **ФОРМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУД САККАД И МИКРОДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ КАК ОДИН ИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ У ДЕТЕЙ С ТРУДНОСТЯМИ ОБУЧЕНИЯ**

**Трифонов М.И.<sup>1</sup>, Рожков В.П.<sup>1</sup>, Ефимова В.Л.<sup>2</sup>, Ефимов О.И.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>ООО «Логопрогноз», Санкт-Петербург, Россия; <sup>3</sup>МПК «Прогноз», Санкт-Петербург, Россия; [mtrifonov@mail.ru](mailto:mtrifonov@mail.ru)

Во всём мире отмечается увеличение числа детей, не справляющихся с требованиями стандартной школьной программы. В отдельную большую группу выделены специфические расстройства развития школьных навыков, характеризующиеся значительными трудностями обучения детей чтению, письму и счетным операциям. Причины возникновения этих расстройств у детей чрезвычайно многообразны. Они не являются прямым следствием умственной отсталости и грубых неврологических дефектов, однако часто сочетаются с синдромом гиперактивности и дефицитом внимания, специфическими расстройствами моторных функций. Во многих случаях у таких детей отмечается недостаточный уровень продуктивности в выполнении зрительно-пространственных когнитивных задач. Один из методов диагностики таких расстройств может быть основан на анализе форм кривых плотностей распределения амплитуд саккад и микродвижений глаз (шумов фиксации) при предъявлении зрительных тестов. Нами была выдвинута гипотеза о том, что неврологические расстройства у детей с трудностями обучения будут изменять форму этих кривых по сравнению со здоровыми детьми. Для проверки этой гипотезы были проанализированы записи движений глаз у 116 детей от 7 до 16 лет при чтении текста вслух, поиске заданного символа в псевдотексте и прослеживании движения объекта в виде звездочки на экране монитора. У 37 из общего числа испытуемых имелись проблемы с обучением в школе, сопряженные в ряде случаев с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью. Запись движения глаз производилась на ИК системе LC Technologies Eyegaze Analysis System. Нами было получено, что у детей с нарушениями школьных навыков правая ветвь плотности распределения амплитуд шумов фиксации более вытянута и средняя амплитуда шумов фиксации оказалась больше, чем у здоровых детей при использовании любого из трех тестов. В отличие от этого, правая ветвь плотности распределения амплитуд саккад, наоборот, менее вытянута, и средняя амплитуда саккад, оказалась меньше. Данный факт может свидетельствовать о том, что у детей с нарушениями школьных навыков шумы фиксации являются более случайными, а саккады более детерминированными по амплитуде по сравнению со здоровыми детьми. Данная методика может быть использована в качестве объективной диагностики для подтверждения неврологической подоплеки трудностей обучения у детей.

### **SHAPE OF DISTRIBUTION HISTOGRAM OF SACCAD AND FIXATIONAL EYE MOVEMENT AMPLITUDE AS A MARKER OF NEUROLOGICAL PROBLEMS IN CHILDREN WITH LEARNING DISABILITIES**

**Trifonov M.I.<sup>1</sup>, Rozhkov V. P.<sup>1</sup>, Efimova V. L.<sup>2</sup>, Efimov O. I.<sup>3</sup>**

Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of the Russian Academy of Sciences Russia, Saint-Petersburg; <sup>2</sup>ООО "Logoprognoz", Saint-Petersburg, Russia; <sup>3</sup>МПК «Prognoz», Saint-Petersburg, Russia; [mtrifonov@mail.ru](mailto:mtrifonov@mail.ru)

The number of children identified as having learning disabilities (LDs) has grown rapidly in today's world. The term "specific learning disorder" (SLD) is used to describe a separate group of disorders characterized by the imperfective ability to use certain skills like reading, writing, and doing mathematical calculations. There are multiple factors that cause these disorders. Mostly they are not the direct result of the mental retardation and/or any hard neurological disorder, but are often associated with the hyperactivity disorder, attention deficit, and specific motor disorder. In many cases the children with SLD show low level of productivity during visual-spatial cognitive tasks performance. One such method for diagnosing these disorders may be based on the analysis of saccade and fixational eye movement (fixational noise) amplitude distribution during viewing of various visual tests. We suggest that neurodevelopmental disorders in children with LDs will have influence on the shape of the estimated probability density functions (PDFs) of these amplitudes in comparison with the healthy children. To test this hypothesis we analyze raw eye movement records from 116 school-age children aged 7-16 during a text reading, a specific symbol searching in a pseudotext, and a tracking of moving object on a computer monitor. 37 school-age children were identified by neurologists as having learning disabilities. Some of them receive diagnosis of accompanying attention deficit hyperactivity disorder. Eye movement recordings were made at a sampling rate of 60 Hz using monocular infrared eye-tracking system LC Technologies Eyegaze Analysis System. As a result we obtained that in children with LDs the right tale of the PDF of fixational eye movement amplitude is more "fatter" and the average value of the fixational noise amplitude is higher than in healthy children. On the contrary, the right tale of the PDF of saccade amplitude is less "fatter" and the average value of the saccade amplitude is lower. This finding can be interpreted as an indicator that in children with LDs the eye's trajectory during fixation to a greater extent represents a random walk, while the fixation saccade (in amplitude) to a large extent represents a deterministic process in comparison with the healthy children. We suppose that the approach proposed here may be used as objective diagnostic criteria in support of or against the neurological basis of the learning disabilities.

### **АНАЛИЗ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ИНСТРУКЦИИ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Трифорова Н.Ю., Муртазина Е.П., Журавлев Б.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «НИИ нормальной физиологии им. П.К.Анохина», Москва, Россия; [natrish@bk.ru](mailto:natrish@bk.ru)

Изучение стадии восприятия и дальнейшей обработки поступающей информации о последующей деятельности на примере изучения инструкции актуально расширением фундаментальных психофизиологических знаний о системных процессах обучения, памяти и целенаправленной

деятельности. Этот вопрос определил цель данного исследования – проанализировать нейрофизиологические характеристики человека-оператора при чтении инструкции к последующей деятельности. Обследования проводились на компьютерном зрительно-моторном тесте «Стрелок», с регистрацией таких психофизиологических показателей как вариабельность кардиоритма (BCP) и ЭЭГ. При помощи спектрального и корреляционного анализа была проведена обработка данных. Важным показателем являлось время чтения инструкции. Было выявлено, что длительность изучения инструкции положительно коррелирует с вариабельностью сердечного ритма как в состоянии оперативного покоя перед тестированием, так и в процессе чтения инструкции. BCP также обратно пропорционально коррелирует с показателем результативности и показателем устойчивости к рассогласованию после ошибок. Выявлены значительные изменения показателей BCP во время чтения инструкции по сравнению с исходными: увеличение частоты сердечных сокращений, снижение вариабельности и выраженные изменения спектральных характеристик кардиоритма. Эти данные позволяют судить о выраженном возросшем эмоциональном напряжении во время чтения инструкции. Достоверно различались данные при чтении инструкции и последующей зрительно-моторной деятельности по гендерному признаку, основываясь на показателях вариабельности кардиоритма. В процессе чтения инструкции были выявлены изменения спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ относительно фоновых показателей: активация зрительной сенсорной системы в высокочастотном бета 1 и 2 диапазонах ЭЭГ и усилением тета-ритма напряжения в высших ассоциативных фронтальных и теменных областях коры. Таким образом, возможно прогнозировать успешность обучения человека последующей сенсо-моторной деятельности по характеристикам вариабельности кардиоритма и длительности изучения инструкции. Данное исследование позволяет сделать вывод, насколько важно изучение психофизиологических аспектов процесса изучения человеком инструкций для осуществления последующей успешной деятельности.

#### **ANALYSIS NEUROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS DURING STUDYING INSTRUCTION OF SUBSEQUENT VISUAL-MOTOR ACTIVITIES**

**Trifonova N.Y., Murtazina E.P, Zhuravlev B.V.**

Federal State Scientific Institution "P.K. Anochin institute of normal physiology", Moscow, Russia; [natrish@bk.ru](mailto:natrish@bk.ru)

Investigation of perception and further processing of incoming information about subsequent activity on the example of studying instruction is relevant in the context of an extension the basic fundamental psychophysiological knowledge of the systemic mechanisms of learning, memory processes and also purposeful human activity. This question has defined the purpose of the research, which is to analyze the neurophysiological characteristics of human operator during reading the instructions of subsequent visual-motor activities. Testing was on a computer models of visual-motor test "Shooter" with registration of such psychophysiological parameters like heart rate variability (HRV) and EEG. Data processing was carried out using spectral and correlation analysis. An important indicator was the time of reading the instructions. It was revealed that duration of studying the instruction was positively correlated with heart rate variability in the state of operative rest before testing and when reading instructions. HRV was inversely correlated with the effectiveness and level of resistance of subjects to mismatching after making errors during the subsequent activities. There are considerable changes of HRV during reading instruction from baseline: the increase in heart rate, reduction of variability and pronounced changes in spectral characteristics of heart rate variations. These data allow us to judge about the pronounced the increased of the emotional status during reading of the instruction. It was revealed significant differences of heart rate variability parameters when reading the instructions and characteristics of the subsequent visual-motor activities on the basis of gender. In the process of reading instruction were identified changes in EEG spectral and coherent performance indicators relative to the background: the activation of the visual sensory system in the high frequency beta 1 and 2 ranges and increased EEG theta rhythm in the associative frontal and parietal cortical areas. Thus, it is possible to predict the success of a person learning subsequent sensorimotor activity according to the heart rate variability characteristics, and duration of the reading instruction. This study allows us to conclude how important the study of psycho-physiological aspects of the process of studying instructions for the follow of successful activities.

#### **АВТОНОМНЫЙ И ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОНТУР РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА КАК ОБЪЕКТИВНЫЙ КРИТЕРИЙ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ АДАПТИВНОСТИ РЕБЕНКА К НАЧАЛУ ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛЕ**

**Трохимчук Л.Ф., Шквирина О.И., Страмцова А.Н., Стрижакова Т.Ю**  
Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии,  
Ростов-на-Дону, Россия; [trolf@mail.ru](mailto:trolf@mail.ru)

Исследование значимости автономного и центрального контура регуляции вариабельности сердечного ритма (BCP) в физиологической готовности 6,5-7,5-летних детей к адаптации в школе выполнено с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51». Обследование проведено в 4 этапа: до поступления в школу и на 3,5,8 неделе обучения в состоянии физиологического покоя и в ортостазе.

Избыточное включение симпатического канала вегетативной нервной системы (ВНС) в состоянии относительного физиологического покоя и в ортостазе выявлено только у «зреющих» и «незрелых» девочек в начале обучения в первом классе (3 неделя). На следующем этапе обследования (5 неделя) это состояние подавляется парасимпатическим отделом ВНС. У мальчиков, напротив, выявлено избыточное включение парасимпатического канала регуляции BCP (автономный контур регуляции с выраженным преобладанием парасимпатического тонуса). Это состояние у них сохраняется на всех этапах обследования. Смена центрального контура регуляции с выраженным преобладанием симпатического тонуса на автономный контур с умеренным преобладанием парасимпатического тонуса у девочек и устойчивость автономного контура с выраженным преобладанием парасимпатического тонуса у мальчиков свидетельствует о физиологической индивидуальности обследованных как вариативной стратегии адаптации к меняющимся условиям среды.

Показана роль парасимпатического тонуса ВНС в восстановлении и сохранении вегетативного гомеостаза в период адаптации «зреющих» и «незрелых» детей к началу обучения в школе. Большая часть обследуемых детей адаптируется к учебной деятельности в 1 классе за счет вегетативного равновесия (в основном это дети из группы «зрелых»), автономного и центрального контура регуляции ВСР, с умеренным преобладанием парасимпатического и симпатического тонуса («зрелые» и «зреющие» дети).

При этом число обследуемых первоклассников с вегетативным равновесием максимально на 3 неделе обучения. В последующем оно резко снижается. В то же время число респондентов с умеренным преобладанием парасимпатического (автономного контура) и симпатического (центрального контура) в состоянии физиологического покоя и в ортостазе неуклонно нарастает, свидетельствуя о ведущей роли этих типов вегетативной регуляции ВСР в адаптации к образовательному процессу в 1-ом классе.

#### **AUTONOMOUS AND CENTRAL CARDIO RATE REGULATION CONTOUR AS AN OBJECTIVE CRITERIUM OF CHILD'S INDIVIDUAL ADAPTIVITY BY THE START OF SCHOOLING**

**Trokchimchuk L.F.; Shkvirina O.I.; Stramtzova A.N.; Strizhakova T.Y.**

Southern Federal University; academy of Biology and Biotechnology; Rostov-on-the Don; [trolf@mail.ru](mailto:trolf@mail.ru)

The study of autonomous and central cardio rate regulation contour variability (VCR) significance of 6.5-7.5 year-old children in physiological readiness for adaptation at school, was conducted by means of hardware programming complex "Varicard 2.51".

The excess connection of vegetative nervous system (VNS) sympathetic channel in the condition of relative physiological rest, and orthostatic probe is revealed only at the condition of "getting ready" and "not ready" with girls at the start of schooling at the first form (the third week). At the next stage of study (the fifth week) the condition is suppressed by parasympathetic channel of the system (VNS). With boys, on the contrary, the excess connection of parasympathetic channel of VCR regulation is revealed (autonomous contour of regulation with the prevalence of parasympathetic tone). The condition is kept at them at all the stages of the study. The central contour of regulation with the revealed sympathetic tone prevalence change to the autonomous contour with moderate prevalence of parasympathetic tone at girls and the stability of autonomous contour with the revealed prevalence of parasympathetic tone at boys is the evidence of physiological individuality of those being under study as a variative strategy of adaptation to the changing conditions of the environment.

The role of parasympathetic tone of VNS in the restoration and conservation of vegetative homeostasis is shown in the periods of "getting ready" and "not ready" of children's adaptation by the start of schooling.

The most part of the children under study adapt to schooling at the first form due to the vegetative equilibrium (mainly they refer to the "ready" group) of autonomous and central regulation contour of VSR, with moderate prevalence of parasympathetic and sympathetic tone ("ready" and "getting ready" children)

Meanwhile the number of 1-st-formens under study with vegetative equilibrium is at its maximum on the third week of schooling. In course on, it falls abruptly down. At the same time the respondent's number with the moderate prevalence of parasympathetic (autonomous contour) and sympathetic (central contour) in the condition of physiological rest and at orthostatic probe imminently grows up, proving the leading role of these types of vegetative regulation VSR in course of adaptation to the teaching paces at the first form.

#### **РОЛЬ НЕЙРОРЕГУЛЯТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ В КОМПЕНСАЦИИ НАРУШЕНИЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИИ И ГИПЕРОКСИИ**

**Тумановский Ю.М.<sup>1</sup>, Макеева А.В.<sup>1</sup>, Крюков В.М.<sup>1</sup>, Болотских В.И.<sup>1</sup>, Савина Г.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н.Бурденко, Воронеж, Россия;

<sup>2</sup>Автономное учреждение здравоохранения Воронежской области Воронежский областной клинический консультативно-диагностический центр, Воронеж, Россия; [iumentumanovsky@vsmaburdenko.ru](mailto:iumentumanovsky@vsmaburdenko.ru)

Деятельность функциональных систем организма как в норме, так и в патологии обусловлена состоянием нейрорегуляторных механизмов, обеспечивающих гомеостаз при действии факторов внешней и внутренней среды. Важная роль в поддержании жизнедеятельности организма принадлежит сердечно-сосудистой системе, первичные нарушения которой приводят к расстройству деятельности других систем и усугублению симптомов, формирующихся при развитии в организме патологических процессов. В коррекции возникающих в организме расстройств ведущую роль играет афферентация с сосудистых и миокардиальных рефлексогенных зон, способная обеспечить адаптивный уровень гемодинамических реакций. Проведено изучение перестройки нейрогенных механизмов регуляции кровообращения при моделировании геморрагического шока (ГШ) у собак (n=50) и воздействии гипербарической оксигенации (ГБО). Состояние кровообращения оценивали по изменению показателей центральной гемодинамики (величине сердечного индекса – СИ и индекса ударной работы левого желудочка – ИУРЛЖ) и периферической гемодинамики – сосудистого тонуса (показателю удельного периферического сопротивления сосудов – УПСС) и АД. Нейрогенные механизмы регуляции анализировали по афферентным нейрограммам сердечного и чревного нервов, электрокортикограмме (ЭКОГ). Развитие ГШ характеризовалось нарушением сократительной функции миокарда, о чем свидетельствовало уменьшение показателей СИ и ИУРЛЖ, наблюдалось возрастание сосудистого тонуса (увеличение показателя УПСС на 88,5%) и АД на 33%. Расстройство гемодинамики сопровождалось угнетением афферентных нейрогенных механизмов регуляции аппарата кровообращения, нарушением функции ЦНС: на ЭКОГ определялись высокоамплитудные гипоксические  $\theta$ - и  $\delta$ -волны. Увеличение сократительной способности миокарда (ИУРЛЖ) и сердечного выброса (СИ) при воздействии ГБО сопровождалось активацией нейрорегуляторных механизмов компенсации: на афферентных нейрограммах сердечного и чревного нервов амплитуда и частота биопотенциалов не отличались от исходных значений. На ЭКОГ определялся исходный  $\alpha$ - и  $\beta$ -ритм. Полученные результаты позволяют расценивать ГБО как важный фактор нормализации нейрогенных механизмов регуляции в восстановлении гемодинамического гомеостаза.

## ROLE OF NEURO REGULATORY MECHANISMS TO COMPENSATE BLOOD CIRCULATION IN CONDITIONS OF HYPOXIA AND HYPEROXIA

Tumanovsky Yu.M.<sup>1</sup>, Makeeva A.V.<sup>1</sup>, Kryukov V.M.<sup>1</sup>, Bolotskih V.I.<sup>1</sup>, Savina G.Yu.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Voronezh State Medical University named after N.N.Burdenko, Voronezh, Russia; <sup>2</sup> Independent health facility Voronezh region Voronezh regional clinical a consultative and diagnostic center, Voronezh, Russia; [iumentanovsky@vsmaburdenko.ru](mailto:iumentanovsky@vsmaburdenko.ru)

The activity of functional systems in normal and in pathology due to the state neuroregulatory mechanisms for homeostasis by the action of factors of external and internal environment. Important role in maintaining the life of the organism belongs to the cardio-vascular system, the primary disorders of its lead to disturbance of other systems and the worsening of symptoms emerging during the development of the body of pathological processes. Affertation with vascular and myocardial reflex zones plays a major role in correction occurring disorders in the body. It is capable to provide the adaptive level of hemodynamic reactions. The study of the restructuring of neurogenic mechanisms of regulation of blood circulation in the simulation with hemorrhagic shock (HS) in dogs (n=50) and the effects of hyperbaric oxygenation (HBO) was conducted. Circulatory condition was assessed by changes in central hemodynamics (the value of cardiac index – SI and stroke work index of the left ventricle – SWILV) and peripheral hemodynamics – vascular tone (indicator specific peripheral vascular resistance – SPVR) and blood pressure. Neurogenic mechanisms of regulation were analyzed by the afferent neurogramm heart and splanchnic nerves, electrocortico-gram (ECoG). The development of HS was characterized by a violation of myocardial contractile function, as evidenced by the decrease in SI and SWILV observed increase in vascular tone (increase SPVR index by 88.5%) and blood pressure by 33%. Disorders of hemodynamics was accompanied by inhibition of afferent neurogenic mechanisms of regulation of blood circulation violation of the central nervous system: on ECoG were determined by high-amplitude hypoxic  $\theta$ - and  $\delta$ -wave. Increased myocardial contractility (SWILV) and cardiac output (SI) under the influence of HBO accompanied by activation of neuroregulatory compensatory mechanisms: on afferent neurogramm heart and the splanchnic nerve amplitude and frequency of biopotentials were not different from baseline. On ECoG determined source  $\alpha$ - and  $\beta$ -rhythm. These results allow us to consider HBO is an important factor in normalization of neurogenic mechanisms of regulation in the restoration of hemodynamic homeostasis.

## ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ГИПЕРГЛИКЕМИИ НА МЕТАБОЛИЗМ ГИППОКАМПА У МЫШЕЙ ЛИНИИ NODSCID

Тур Д.А.<sup>1,2</sup>, Акулов А.Е.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия; [tur.dariya@gmail.com](mailto:tur.dariya@gmail.com); <sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», Новосибирск, Россия; [akulov\\_ae@ngs.ru](mailto:akulov_ae@ngs.ru); <sup>3</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия

На сегодняшний день диабетом 1 типа болеют миллионы мужчин и женщин во всем мире. Сахарный диабет является хроническим заболеванием, которое характеризуется нарушением метаболизма инсулина, вследствие чего развивается гипергликемия. Хроническая гипергликемия оказывает пагубное влияние на весь организм в целом, и в частности на головной мозг. Известно, что гипергликемия повреждает сосуды, что приводит к функциональным и структурным изменениям в мозге и отражается на его когнитивных функциях. Подобные нарушения могут быть связаны с изменением концентрации ряда метаболитов, которые можно определить прижизненно с помощью магнитно-резонансной спектроскопии (МРС). Наиболее пластичным и показательным метаболизмом обладает гиппокамп. В данной работе с помощью МРС исследован прижизненный метаболизм гиппокампа после хронической гипергликемии. Гипергликемия вызвана с помощью однократного внутривентрикулярного введения стрептозотоцина в дозе 150 мг/кг. В силу генетических изменений у линии мышей NODSCID нарушены некоторые процессы восстановления разрывов двухцепочечной ДНК, в силу чего они предрасположены к более выраженным нейродегенеративным изменениям, и являются прекрасным объектом для изучения влияния диабета 1 типа на метаболизм мозга. В результате МРС из 12 проанализированных метаболитов выявлены достоверные отличия в пяти. Воздействие гипергликемии приводит к снижению уровня холиновых компонентов ( $p < 0.01$ ), глицина ( $p < 0.05$ ) и увеличению уровня глутамина ( $p < 0.001$ ), мио-инозитола ( $p < 0.05$ ) и таурина ( $p < 0.05$ ).

*Работа выполнена на базе ЦКП SPF-виварий ИЦиГ СО РАН (RFMEFI61914X0005 и RFMEFI61914X0010) при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 14-45-00040).*

## INFLUENCE OF CHRONIC HYPERGLYCEMIA ON METABOLISM OF HIPPOCAMPUS IN NODSCID MICE

Тур Д.А.<sup>1,2</sup>, Акулов А.Е.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia; [tur.dariya@gmail.com](mailto:tur.dariya@gmail.com)

<sup>2</sup> Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, Russia; [akulov\\_ae@ngs.ru](mailto:akulov_ae@ngs.ru)

<sup>3</sup> Tomsk State University, Tomsk, Russia;

Today millions of men and women suffer from diabetes type 1. Diabetes mellitus is a chronic disease that is characterized by impaired metabolism of insulin, resulting in developing of hyperglycemia. Chronic hyperglycemia has deleterious effects on the whole body, particularly the brain. It is known that hyperglycemia damages blood vessels, which leads to structural and functional changes in the brain, and it is reflected on cognitive functions. Such disorders may be associated with the concentration of a number of metabolites, which can be determined in

vivo using magnetic resonance spectroscopy (MRS). The hippocampus has the most malleable and revealing metabolism. In this paper we studied metabolism of hippocampus after chronic hyperglycemia *in vivo* using MRS. Hyperglycemia is caused by a single intraperitoneal injection of streptozotocin at a dose of 150 mg / kg. By genetic changes in NODSCID mice are disrupted some processes recover double-stranded DNA breaks, whereby they are more susceptible to severe neurodegenerative changes. This line is a perfect target for studying the effect of diabetes type 1 on brain metabolism. The study analyzed 12 metabolites identified significant differences in five. The impact of hyperglycemia leads to decrease in the level of choline components ( $p < 0.01$ ), glycine ( $p < 0.05$ ) and an increase in glutamine levels ( $p < 0.001$ ), myo-inositol ( $p < 0.05$ ) and taurine ( $p < 0.05$ ).

*The study was conducted at the Center for Genetic Resources of Laboratory Animals at the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences (RFMEFI61914X0005 and RFMEFI62114X0010) with the financial support of the Russian Science Foundation (Project № 14-45-00040).*

### **ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ У СТУДЕНТОВ ПО ДАННЫМ РЕГИСТРАЦИИ ЭЭГ-АКТИВНОСТИ МОЗГА** Турчина В.В.<sup>1</sup>, Залата О.А.<sup>2</sup>

ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И.Вернадского» Медицинская академия им. С.И.Георгиевского, 1 – студентка 5 курса, 2 – доцент, к.м.н. кафедры нормальной физиологии, Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация, [vitali\\_turchina@mail.ru](mailto:vitali_turchina@mail.ru), [olga\\_zalata@mail.ru](mailto:olga_zalata@mail.ru)

Известно, что различные показатели межполушарной асимметрии головного мозга используются как своего рода маркеры функциональных состояний, личностных особенностей, когнитивных процессов. В этом смысле интерес представляет асимметрия основного ритма электроэнцефалограммы (ЭЭГ) человека – альфа-ритма и, в частности коэффициент межполушарной асимметрии, используемый в прикладных нейрофизиологических исследованиях с мониторинговым подходом.

Целью настоящей работы явилась оценка динамики функциональной межполушарной асимметрии ЭЭГ-активности, зарегистрированной у студентов в разных функциональных состояниях.

Тестировали 66 практически здоровых студентов-добровольцев 18-20 лет, правшей, обучающихся в медицинском университете. Согласно международной системе «10–20» осуществляли регистрацию ЭЭГ от 16 локусов с помощью компьютеризированного электроэнцефалографического комплекса «Тредекс». В 1-й группе ( $n=10$ ) ЭЭГ-активность регистрировали в парадигме глаза закрыты/открыты, решение когнитивной задачи: до и после сезонного сдвига времени. Во 2-й группе ( $n=27$ ) ЭЭГ запись вели во время прослушивания музыки разных направлений. В 3-й ( $n=29$ ) – при просмотре беззвучных видеороликов разного содержания. Оценивали активность доминантного полушария во всех функциональных пробах, рассчитывали коэффициенты межполушарной асимметрии ( $k$  МПА) %. Для обработки данных использовали: критерии Колмогорова-Смирнова и Лиллифорс, ( $M \pm SD$ ), критерий Стьюдента ( $t$ ), программа Statistica 8.0.

Анализ активности доминантного полушария в ЭЭГ- пробах в условиях сезонного сдвига времени показал, что у большинства студентов при закрытых глазах до перевода времени доминантным было левое полушарие (ЛПШ), а после перевода времени, напротив – правое (ППШ). На уровне тенденции установили поступательное увеличение  $k$  МПА во время регистрации ЭЭГ, больше при выполнении студентами арифметической задачи, как до ( $8,2 \pm 6,6\%$ ), так и после перевода времени ( $11,0 \pm 7,2\%$ ).

При регистрации ЭЭГ во время прослушивания различных музыкальных фрагментов у большинства группы доминировала активность ППШ. Обнаружили поступательное снижение средних значений  $k$  МПА альфа-ритма от исходного ( $8,0 \pm 6,8\%$ ), более выраженное при сенсорной нагрузке ( $5,6 \pm 3,7\%$ ) и менее выраженное при прослушивании музыкальных фрагментов (классика –  $6,4 \pm 5,3\%$ ; рок –  $7,5 \pm 6,0\%$ ; клубная –  $6,4 \pm 6,0\%$ ; поп –  $6,9 \pm 5,8\%$ ).

Общим результатом воздействия на ЭЭГ-активность мозга во время просмотра видео сюжетов было поступательное повышение средних значений  $k$  МПА альфа-ритма при открытии глаз ( $7,1 \pm 4,6\%$ ) и просмотре индифферентного сюжета ( $7,7 \pm 5,1\%$ ) по сравнению с исходными значениями ( $6,7 \pm 4,6\%$ ). Просмотр видеоклипов со сценами жестокости и насилия вызвал снижение  $k$  МПА ( $5,7 \pm 3,9\%$ ) с функциональным доминированием ЛПШ, что могло свидетельствовать о стрессовом состоянии субъектов.

Таким образом, при регистрации ЭЭГ-активности у студентов в разных функциональных состояниях удалось зарегистрировать как смену доминантного полушария, так и определенную динамику  $k$  МПА альфа-ритма. Общим эффектом для сложных сенсорных воздействий (музыка, видео) было снижение  $k$  МПА, тогда как в условиях сезонного сдвига времени в стандартных пробах регистрации ЭЭГ (глаза закрыты/открыты) и при решении когнитивной задачи обнаружили его увеличение.

### **DYNAMICS OF FUNCTIONAL HEMISPHERIC ASYMMETRY OF STUDENTS ON DATA EEG BRAIN ACTIVITY** Turchina V.V.<sup>1</sup>, Zalata O.A.<sup>2</sup>

"V.I. Vernadsky Crimean Federal University" Medical Academy named after S.I. Georgievsky, 1- student of 5-th course, 2 – associate professor, candidate of Medical Sciences, department of normal physiology, Simferopol, Russia [vitali\\_turchina@mail.ru](mailto:vitali_turchina@mail.ru), [olga\\_zalata@mail.ru](mailto:olga_zalata@mail.ru)

Investigate the dynamics of functional hemispheric asymmetry of the EEG-activity of students in different conditions. The 66 right-handed volunteer students 18-20 age old of Medical Academy named after S.I. Georgievsky were examined. All of the students had no health problems and gave their written consents to participate in research. Registration of EEG was carried out with the help of computerized electroencephalographic complex "Tredex". EEG potentials were derived monopolarly from 16 loci according to International "10–20" system. After introductory instructions EEG was recorded to the next schema: sequentially current EEG in 1-th group ( $n=10$ ) eyes-open/closed, cognitive tests before and after seasonal shift of time. The 2-nd group ( $n=27$ ): during listen to music. The 3-d ( $n=29$ ) – during demonstration of 2-d soundless video segments. Estimated activity

of a dominant hemisphere in different functional tests, counted coefficients of hemispheric asymmetry (kHA). Mean (M) and standard deviation (SD), parametric Student t-test were used for analysis.

Established change of a dominant hemisphere at registration of EEG-activity on students in different functional states: when listening music dominated right, and when watching video frames with scenes of violence and aggression – left. General effect for sensory influences (music, video) was as a decrease of values kHA. In the conditions of seasonal shift of time in standard tests of recording of EEG and at the solution of a cognitive task found increase in an index in comparison with basic data.

### **ОБ ОДНОМ "ОБРАТНОМ ПОДХОДЕ" МОДЕЛИРОВАНИЯ АБСТРАКТНОГО МЫШЛЕНИЯ**

**<sup>1</sup>Тыкежанова Гульмира, <sup>1</sup>Нугуманова Шолпан, <sup>1</sup>Алшынбекова Гулназия, <sup>2</sup>Бейсетаев Рысбек, <sup>1</sup>Еселханова Гулжайна, <sup>1</sup>Жакин Ардак**

<sup>1</sup>ГУ: Карагандинский государственный Университет им. Букетова Е.А., г. Караганда, Республика Казахстан, [gulnaz\\_gak@mail.ru](mailto:gulnaz_gak@mail.ru); <sup>2</sup>ГУ: Национальный центр Гигиены труда и профзаболеваний МЗиСР РК, г. Караганда, Республика Казахстан, [beisetayev@mail.ru](mailto:beisetayev@mail.ru)

Мышление, речь, общение – тесно связанные между собой мозговые процессы, поэтому, понятно наше стремление положить их вместе в основу модели абстрактного мышления. В норме речь является продуктом мышления, то есть внешним отражением результатов мыслительного процесса. Любая попытка упорядочить исследования такой проблемы, как модели мышления, непременно должна содержать элементы условности. Можно создавать действующие модели, способные объединить много взаимосвязанных процессов, таких, как мышление, речь и общение. Это реальная возможность представить модельную гипотезу в виде количественной модели. Мы предлагаем моделировать мышление от обратного: по физиологическим фактам производства слитного потока речи и речевого общения судить о механизмах мышления.

Введем понятие «результат», который возникает в процессе производства слитного потока речи органами речевого аппарата. Конкретная конфигурация и структура «результата» является структурной основой для реализации принципа организации и производства данного предложения.

Введем понятие «образ», который возникает в процессе подготовки слитного потока речи в мозге человека. В своей сущности, «образ» является «мышлением», а последовательность выполнения элементов «образа» – алгоритм мышления. Разработка теории «образа», алгоритма мышления, в совокупности, представляет собой моделирование мышления. Суть, назначение и структура одной модели для носителей тюркских сингармоничных языков следующие.

1. Качественная гипотеза о цели и структуре образа.
2. Количественная модель гипотезы.
3. Целевые составные части предложения (синтагмы, ритмические группы, слоги).
4. Реальная модель – предложение.
5. Производство слитного потока речи (предложения).
6. Результат – акустический образ предложения (последовательность волновых процессов).

Таким образом, «абстрактное мышление» – это, в своей сущности, переработка информации. Но, информацию следует трактовать как сведения об образе, выраженном в модели. Модель – это система, отражающая с определенными упрощениями другую реальную систему – образ. Тогда, мышление – это действия с моделями внешнего и внутреннего Мира человека, направленные на выполнение определенных целей.

**Заключение.** Предлагаемая теория – гипотезы. Структурный аппарат – модели. Наша задача – подготовить необходимые материалы по физиологии производства потока речи. Результат работы – алгоритм механизма мышления. Если учесть, что мышление, речь и общение составляют, в целом, – разум человека, то структуры мышления идентичны элементам структуры «живой тюркской речи».

### **ON A "REVERSE APPROACH" SIMULATION OF ABSTRACT THINKING**

**<sup>1</sup>Tykezhanova Gulmira, <sup>1</sup>Nugumanova Sholpan, <sup>1</sup>Alshynbekova Gulnaz, <sup>2</sup>Beisetayev Rysbek, <sup>1</sup>Eselhanova Gulzhayna, <sup>1</sup>Zhakin Ardak**

<sup>1</sup> P.O.: E.A. Buketov Karaganda State University, st. Karaganda, Kazakhstan, [gulnaz\\_gak@mail.ru](mailto:gulnaz_gak@mail.ru); <sup>2</sup>P.O.: National Center of Hygiene and Occupational Diseases Mo H and SD of RK, st. Karaganda, Kazakhstan, [beisetayev@mail.ru](mailto:beisetayev@mail.ru)

Thinking, speech, communication are closely related brain processes, so our desire to put them together in the basis of model of abstract thinking becomes. Normally, speech obvious is a product of thinking, that is the external reflection of the results of the thinking process. Any attempt to organize studies of such problems as models of thinking, must necessarily contain elements of conventionality. It is possible to create working models that can combine a number of interrelated processes such as thinking, speech and communication. This is a real opportunity to present the model hypothesis as a quantitative model. We propose to simulate thinking from reverse judge the mechanisms of thinking according to physiological facts of production of flow and speech communication.

We introduce the concept of "results" that occurs during the process of producing flow of the speech by the speech organs. The specific configuration and structure of the "result" is a structural basis for the implementation of the principle of organization and production of this sentence.

We introduce the concept of "image", which occurs in the process of preparation of fused speech flow in the human brain. In essence, the "image" is "thinking", and the sequence of performance of elements of the "image" – the thinking algorithm. The development of the theory of "image", the thinking algorithm, in the aggregate, is a simulation of thinking. The essence, purpose and structure of one model for native Turkic vowel harmony language is following.

1. Qualitative hypothesis about the purpose and structure of the image.
2. The quantitative model of hypotheses.

3. Target components of sentence (syntagma, rhythmic group, syllables).

4. The real model – sentence.

5. Production of fused speech flow (sentence).

6. The result – an acoustic image of the sentence (the sequence of wave processes).

Thus, the "abstract thinking" – is, in essence, conversion of information. However, the information should be treated as information about the image, expressed in the model. Model is a system that reflects with certain simplifications another real system – the image. Then, thinking – is an action with models of outer and inner world of a person directed to fulfill certain purposes.

**Conclusion.** The proposed theory – hypothesis. The structural unit – model. Our task is to prepare the necessary materials on the physiology of speech flow production. The result is – algorithm mechanism of thinking. If we consider that thinking, speech and communication are, as a whole – the human mind, then structure of thinking is identical to structure elements of "living Turkic speech".

### **МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА СПИННОГО МОЗГА СОНИ-ПОЛЧКА ПОСЛЕ ИММОБИЛИЗАЦИИ** **Тяпкина О.В., Нуруллин Л.Ф.**

Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра РАН, Казань, Россия; Казанский федеральный университет, Казань, Россия; anti-toxin@mail.ru

Одной из актуальнейших проблем космической биологии и медицины является поиск механизмов предотвращающих развитие атрофических процессов в скелетных мышцах в ответ на пребывание в условиях гипокнезии и гиподинамии (опорная разгрузка в невесомости, постельный режим, иммобилизация конечностей, антиортостатическое вывешивание задних конечностей, иммобилизация в специальных пеналах). Перспективным является изучение механизмов адаптации животных, которые в период зимней спячки находятся продолжительное время в иммобилизованном состоянии. Одной из таких интересных групп зимнеящих животных является соня-полчок *Myoxus glis* представитель Gliridae. Эти животные в условиях спячки находятся 7-9 месяцев в году. Исходя из представления, что именно мотонейроны, иннервирующие скелетные мышцы могут запускать процессы атрофии в скелетных мышцах, ранее нами было выполнено исследование, в котором показано, что в условиях антиортостатического вывешивания уменьшается объем поясничного утолщения спинного мозга крыс и мышей. Целью настоящего исследования явилось морфометрическое исследование площадей поперечных серийных срезов поясничного отдела спинного мозга соня-полчка (*Myoxus glis*) массой  $114.5 \pm 5.5$  г,  $n=6$  в контроле и после 14-суточной иммобилизации в специальном пенале. Для анализа применяли стандартные гистологические методы. Криостатные серийные срезы (20 мкм) окрашивали метиленовым синим. Проводили подсчет общей площади и площадей занимаемых белым и серым веществами. Проведенный анализ показал, что среднее значение площади поперечных срезов поясничного отдела спинного мозга у контрольных соня-полчков составило  $5.21 \pm 0.03$  мм<sup>2</sup>. При этом площадь, занимаемая серым веществом составила  $2.49 \pm 0.05$  мм<sup>2</sup>, а белым –  $2.72 \pm 0.06$  мм<sup>2</sup>. У подопытных животных после 14 суток иммобилизации было выявлено отсутствие достоверных изменений средних значений площадей поперечных срезов поясничного отдела, общая площадь составила –  $5.00 \pm 0.3$  мм<sup>2</sup>, площадь, занимаемая серым веществом составила  $2.45 \pm 0.05$  мм<sup>2</sup>, а белым –  $2.55 \pm 0.05$  мм<sup>2</sup>. Таким образом проведенное исследование показало, что 14-суточная иммобилизация в пенале не вызывает уменьшения объема поясничного отдела спинного мозга у соня-полчков (*Myoxus glis*). Данный факт дает основание для проведения дальнейших исследований данного феномена.

*Поддержано грантами: Программой исследований Президиума РАН, субсидией, поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета.*

### **MORPHOMETRIC STUDY OF DORMOUSE LUMBAR SPINAL CORD AFTER IMMOBILIZATION** **Tyapkina O.V., Nurullin L.F.**

Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, Kazan, Russia  
Kazan Federal University, Kazan, Russia

One of the important problem of space biology and medicine is to find mechanisms to prevent development of atrophic processes in skeletal muscle in response to stay in hypokinesia and physical inactivity (reference unloading in microgravity, bed rest, immobilization of limbs, antiorthostatic hindlimb unloading, immobilization in special penal). Perspective is the study of animal adaptation mechanisms during hibernation are immobilized for a long time. One of interesting groups of hibernating animals is dormouse *Myoxus glis*. These animals are hibernating under 7-9 months per year. Proceeding from the idea that it is the motoneurons that innervate skeletal muscle atrophy can run processes in the skeletal muscle, previously we had done study that shows that in the conditions antiorthostatic unloading decreases the amount of lumbar enlargement in rats and mice spinal cord. The aim of this study was morphometric study of the cross-sectional sections of the lumbar spinal cord of dormouse (*Myoxus glis*) weighing  $114.5 \pm 5.5$  g,  $n=6$  in control and after 14-day immobilization in a special penal. Standard histological techniques were used for the analysis. Cryostat serial sections (20 microns) were stained with methylene blue. Total area and area occupied by the white and gray matter was analyzed. Analysis showed that mean value of the cross-sections of lumbar spinal cord in control dormice was  $5.21 \pm 0.03$  мм<sup>2</sup>. Area occupied by the gray matter was  $2.49 \pm 0.05$  мм<sup>2</sup>, and white –  $2.72 \pm 0.06$  мм<sup>2</sup>. In experimental animals after 14 days of immobilization was found no significant changes in mean values of lumbar cross sections of total area amounted –  $5.00 \pm 0.3$  мм<sup>2</sup>, area occupied by gray matter was  $2.45 \pm 0.05$  мм<sup>2</sup>, and white –  $2.55 \pm 0.05$  мм<sup>2</sup>. Thus, research has shown that 14-day immobilization in penal does not cause reduction of volume of dormice lumbar spinal cord. This fact provides the basis for further studies of this phenomenon.

*Supported by Program of the Presidium of RAS and the subsidy of the Russian Government to support the Program of Competitive Growth of Kazan Federal University among World's Leading Academic Centers.*

## **СОМАТИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ СТУДЕНТОК С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Тятенкова Н.Н.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова», Ярославль, Россия; [tyat@bk.ru](mailto:tyat@bk.ru)

Цель работы заключалась в оценке показателей соматического здоровья у студенток с различным типом вегетативной регуляции сердечной деятельности. В исследовании приняли участие 100 студенток 2-4 курсов. Были измерены основные антропометрические и физиометрические показатели, рассчитаны индексы физического развития. Уровень соматического здоровья определяли по методу Г.А. Апанасенко. Оценку типа вегетативной регуляции сердечной деятельности проводили с использованием расчетного индекса Кердо. Результаты исследования обработаны статистически.

Согласно полученным результатам, антропометрические показатели и индексы физического развития у девушек с разным типом вегетативной регуляции достоверно не различались. Статистически значимые отличия между выделенными группами отмечены по таким показателям, как артериальное давление систолическое, артериальное давление диастолическое, частота сердечных сокращений, индекс Робинсона. В группе ваготоников отмечено увеличение показателей артериального давления, снижение частоты сердечных сокращений и уменьшение значений индекса Робинсона. Отмечена тенденция к снижению адаптационного потенциала системы кровообращения по мере усиления симпатических влияний. Следовательно, девушки-симпатотоники, обладают более высокими резервами сердечно-сосудистой системы. Комплексный показатель соматического здоровья достоверно различался у девушек с разным типом вегетативной регуляции сердечной деятельности и увеличивался по мере усиления парасимпатических влияний.

## **SOMATIC HEALTH OF STUDENTS WITH DIFFERENT VEGETATIVE REGULATION TYPES**

**Tyatenkova N.N.**

Yaroslavl State University n.a. P.G. Demidov, Yaroslavl, Russia; [tyat@bk.ru](mailto:tyat@bk.ru)

The aim of this study was evaluating somatic health indicators among students with different types of vegetative regulation of cardiac activity. The study involved 100 students. We measured basic anthropometric and physiometric indicators and calculate the indices of physical development. The physical health level was measured by the Apanasenko's method. The type of vegetative regulation of cardiac activity was assessed with Kerdo's index. The research results were processed with statistical analysis.

According to the results, anthropometric indicators and physical development indices were not significantly different in groups of girls with different vegetative regulation types. Systolic blood pressure, diastolic blood pressure, heart rate, index Robinson were significant differences between the selected groups. Increase arterial pressure, decrease heart rate and Robinson's index were observed in vagotonic group. It was observed, reducing circulatory system adaptive capacity with increasing Kerdo's index. Consequently, sympathotonic group had higher reserves of the cardiovascular system, then other groups. A comprehensive index of physical health was significant differences in groups with various types of vegetative regulation of cardiac activity and increased according the increasing parasympathetic influences.

## **ПРЯМОЕ И ОПОСРЕДОВАННОЕ УЧАСТИЕ ТУЧНЫХ КЛЕТОК В ЗАЩИТНЫХ ЭФФЕКТАХ ПРОЛИЛ – ГЛИЦИЛ – ПРОЛИНА (PGP)**

**Умарова Б.А., Куренкова А.Д.**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, [bellaum@mail.ru](mailto:bellaum@mail.ru)

Нарушения различных систем организма при воспалении часто связаны с усилением активации тучных клеток (ТК) и выбросом из них провоспалительных медиаторов. Модуляция секреторной активности ТК является крайне важной в интегративной деятельности нервной, иммунной и эндокринной систем, обеспечивающих адекватность адаптивных ответов организма на воздействие. Это определяет актуальность исследования участия ТК в эндогенной пептидной регуляции воспалительного ответа организма.

Регуляторный пептид пролил – глицил – пролин (PGP) образуется в очаге воспаления при расщеплении белков внеклеточного матрикса. На экспериментальных моделях воспаления нами убедительно показано, что PGP оказывает защитные эффекты, уменьшая или предотвращая нарушения функций различных органов и тканей. Результаты экспериментов *in vitro* свидетельствуют, что одним из механизмов реализации защитного эффекта PGP при воспалении является его стабилизирующее действие на ТК, в результате чего уменьшается выброс физиологически активных соединений. Стабилизация ТК PGP зависит от механизма активации клеток, и, вероятно, может осуществляться за счёт прямого действия пептида на мембранные структуры ТК, в результате чего блокируется увеличение внутриклеточной концентрации кальция и снижается уровень секреторной активности ТК. Кроме того, пептид способен препятствовать увеличению проницаемости сосудистого эндотелия. Это может быть связано как с ограничением секреторной активности ТК, так и возможным действием пептида на клетки эндотелия. Способность пептида взаимодействовать непосредственно с мембраной ТК свидетельствует о прямом участии ТК в защитных эффектах PGP. Протекторное действие PGP, не опосредованное стабилизацией ТК, может включать в себя пептидную регуляцию тонуса сосудов, поддержание нормального уровня проницаемости эндотелия, поддержание адекватного кровотока, повышение устойчивости клеток и тканей к окислительному стрессу. Известно, что действие регуляторных пептидов в условиях *in vitro* и *in vivo* различно. В условиях *in vivo* защитное действие пептида может проявляться как на клеточном уровне, так и



на уровне тканей. Проникая через ГЭБ, пептид может оказывать влияние и на уровне ЦНС. Следует учитывать, что *in vivo* пептид включается в каскад регуляторных реакций, и его действие в значительной степени зависит от способа введения, что может влиять на скорость его деградации, определяющей его активность. В этом случае роль ТК в эффектах пептида может быть опосредована комплексом реакций, направленных на ограничение действия повреждающего фактора и восстановление нарушенного гомеостаза.

### **THE DIRECT AND INDIRECT PARTICIPATION OF MAST CELLS IN THE PROTECTIVE EFFECTS OF PROLIL-GLYCIL-PROLINE (PGP)** **Umarova B.A., Kurenkova A.D.**

Moscow Lomonosov State University, Moscow, Russia, [bellaum@mail.ru](mailto:bellaum@mail.ru)

Disturbances in the various organism systems during the inflammation often associated with the activation of mast cells (MC) leading to release of pro-inflammatory mediators. The modulation of MC secretory activity plays important role in providing of integrative activity of the nervous, immune and endocrine systems that allows the body to respond appropriately to the external environment. This fact determines the investigation relevance of MC participation in endogenous peptide regulation throughout the inflammatory response.

Regulatory peptide prolyl – glycyl – proline (PGP) is produced from proteins of the extracellular matrix in the site of inflammation. In experimental models of inflammation, we have convincingly demonstrated that PGP has protective effects consist in reducing or preventing dysfunctions of various organs and tissues. The *in vitro* experiments results indicate that one of the PGP protective effects mechanism is stabilizing effect on MC, thereby reducing the release of physiologically active compounds. The stabilization of MC by PGP depends on the cell activation mechanism and can probably be accomplished by direct action of peptide on MC membrane structures. This results to blockage the intracellular calcium concentration increase and reduction of MC secretory activity level. In addition, the peptide able to prevent an increase of the vascular endothelium permeability. This may be due to the limitation of the MC secretor activity and possible peptide effect on endothelial cells. The peptide ability to interact directly with MC membrane indicates MC involvement in protecting effects of PGP. PGP protective action unrelated to MC stabilization may include peptide regulation of vascular tone, maintaining normal levels of endothelial permeability and appropriate blood flow, increasing the cells and tissues stability to oxidative stress. It is well known that *in vitro* and *in vivo* effects of regulatory peptides are different. *In vivo* protective effects of the peptide can occur at both the cellular and the tissue level. Penetrating through the BBB the peptide can effect on the central nervous system level. It has been noticed that *in vivo* the peptide is included in the regulatory cascade of reactions. However, the effect greatly depends on the administration method, which determine rate of peptide degradation that affects its activity. In this case, the role of MC in peptide effects may be mediated by a complex reactions, aimed at the limit of the damaging factor and recovery of disturbed homeostasis.

### **ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ КОРТИКОСТЕРОНА КРОВИ И ДИНАМИКА СТРЕССИНДУЦИРОВАННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕМОДИНАМИКИ У КРЫС**

**Умрюхин П.Е.<sup>1,2</sup>, Григорчук О.С.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Россия, Москва (125009 Россия, г. Москва, ул. Моховая, д. 11, стр. 4), e-mail: [o.grigorchuk@nphys.ru](mailto:o.grigorchuk@nphys.ru)

<sup>2</sup>НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина, Москва, Россия (125315, Россия, г. Москва, ул. Балтийская, д. 8), e-mail: [o.grigorchuk@nphys.ru](mailto:o.grigorchuk@nphys.ru)

Целью исследования стало изучение взаимосвязи между показателями динамики АД и ЧСС и разным уровнем кортикостерона крови крыс при стрессорной нагрузке. В работе были использованы 20 крыс самцов линии Вистар массой 280-320 г. Производили исследование изменений показателей гемодинамики (АД, ЧСС) в результате трехчасового иммобилизационного стресса у животных с индивидуальными различиями уровня кортикостерона. Трехчасовая иммобилизация неодинаково влияет на индивидуальные значения уровня кортикостерона в плазме крови у различных крыс. Средняя его концентрация у животных достоверно повысилась, однако у 30% особей после пребывания в условиях иммобилизации уровень кортикостерона, наоборот, снизился. Все крысы были разделены на две группы по достоверным отличиям концентрации кортикостерона в крови после стресса (животные с низким и высоким уровнем кортикостерона). У группы крыс с высоким уровнем кортикостерона после первого часа иммобилизации систолическое давление у оказалось достоверно ниже, чем у особей с низким уровнем кортикостерона. При этом средние значения систолического давления за все три часа стрессорной нагрузки отличались менее достоверно, чем показатели в течение первого часа иммобилизации. Отмечена тенденция к большему значению величины диастолического АД у группы животных с высоким уровнем кортикостерона после стрессорной нагрузки. При этом, как и в случае систолического АД, средние значения наиболее различались в течение первого часа иммобилизации. Величины среднего АД достоверно не различались между группами крыс с высоким и низким уровнем кортикостерона ни в первый час, ни в последующие два часа иммобилизации. У группы крыс с высоким уровнем кортикостерона в плазме крови после стрессорной нагрузки в первый час иммобилизации ЧСС оказалась достоверно выше по сравнению с животными с низким уровнем кортикостерона. Среднее значение ЧСС за три часа у крыс с высоким уровнем кортикостерона достоверно не отличалось от ЧСС у животных с низкой концентрацией.

### **CORTICOSTERONE BLOOD LEVEL AND HEMODYNAMIC STRESS REACTIVITY IN RATS**

**Umriukhin P.E., Grigorchuk O.S.**

<sup>1</sup>Sechenov First Moscow State Medical University, Russia, Moscow (125009 Russia, Moscow, street Mohovaja, 11/4), e-mail: [o.grigorchuk@nphys.ru](mailto:o.grigorchuk@nphys.ru); <sup>2</sup>P.K. Anokhin Institute of the Normal Physiology, Russia, Moscow (125315, Russia, Moscow, street Baltijskaja, 8), e-mail: [o.grigorchuk@nphys.ru](mailto:o.grigorchuk@nphys.ru)

The aim of the present study was the investigation of the relationship between the blood pressure (BP), the heart rate (HR) and the blood corticosterone (CORT) level in the rats during the stress. 20 male Wistar rats (280-320 g) were used for the study. We measured the dynamic of the BP and the HR during the 3 hour immobilisation stress in the cylinder. The rats were divided in the groups in accordance with their blood CORT level. We found that the 3h immobilisation stress induced the different changes of the CORT concentration in the blood plasma of the different rats. Meanwhile the average CORT concentration in the majority of the animals increased significantly, in the 30% of rats, on contrary, the CORT level after the immobilisation decreased. Therefore all rats were divided into two groups in accordance with significant difference of the CORT in blood (group with the high and the low CORT levels). In the group of the rats with the high CORT concentration after the first hour of immobilisation the systolic BP was significantly lower, than in the group of the rats with the low CORT concentration. The difference of the mean values of the systolic BP during 3 h of the immobilisation were less significant, than during only the first hour of immobilisation. We also found the tendency to the higher diastolic BP in the rats with the high CORT concentration in the blood after the immobilisation stress. As for the systolic BP, the values of the mean diastolic BP differed most significantly at the first hour of the immobilisation. We didn't find any significant differences between the values of the mean BP neither at the first, nor at the following two hours of the stress. In the group of rats with the high CORT blood plasma level after the stress the HR during the first hour of the immobilisation was significantly higher in comparison with the animals with the low CORT level. The average HR value during the three hours of immobilisation stress in the rats with the high CORT level was not different significantly in comparison with the animals with the low CORT concentration.

### **ДЕФИЦИТ ОЛИГОДЕНДРОЦИТОВ В НИЖНЕЙ ТЕМЕННОЙ КОРЕ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ: АУТОПСИЙНОЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ СТЕРЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

**Уранова Н.А., Востриков В.М.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр психического здоровья,  
Москва, Россия, [uranovan@mail.ru](mailto:uranovan@mail.ru)

Шизофрения – заболевание, характеризующееся наличием позитивных, негативных симптомов и когнитивными нарушениями. В генетических, нейровизуализационных и модельных исследованиях на животных получены новые доказательства важной роли олигодендроцитов и проводящих путей белого вещества мозга в когнитивной функции. Нижняя теменная кора участвует в сенсорной интеграции, создании образа тела, исполнительной функции и критическом отношении к болезни (инсайт). Сниженный инсайт при шизофрении (не признание болезни, отказ от лечения) связан с когнитивной дисфункцией и выраженными негативными симптомами. Ранее мы показали в слое III поля ВА39 (по Бродману) уменьшение численной плотности олигодендроцитов (Nv Ол) при шизофрении, связанное со сниженным инсайтом. Целью исследования было изучить Nv Ол в слое V поля ВА39 в группе шизофрении и в подгруппах со сниженным и нормальным инсайтом по сравнению с контрольной группой без психической патологии.

Образцы (60 мкм замороженные срезы) аутопсийного мозга мужчин (24 шизофрении и 24 контролей) из "Париетальной коллекции" были предоставлены Медицинским научно-исследовательским институтом Стенли (США). Диагностику проводили по DSM-IV критериям. Выделение подгрупп сниженного и нормального инсайта было проведено психиатром на основе ретроспективного анализа истории болезни больных шизофренией по осознанию своей болезни и отказа или согласия на лечение. Срезы мозга были окрашены по методу Ниссля и закодированы. Оценку Nv Ол проводили в слое V поля 39 стереологическим методом оптического дисектора в десяти серийных срезах от каждого случая. Статистический анализ выполняли после раскодирования при помощи многофакторного дисперсионного анализа с последующим апостериорным сравнением. Корреляционный анализ Пирсона применяли для выявления влияния дополнительных факторов.

Выявлен выраженный дефицит Nv ОI в группе шизофрении (-19%,  $p < 0,01$ ) и только в подгруппе со сниженным инсайтом (-24%,  $p < 0,05$ ) по сравнению с контрольной группой. Подгруппы с разным инсайтом достоверно не различались. Nv ОI не коррелировала с возрастом, постмортальным интервалом, мозговым рН, дозами нейролептиков. Шизофрения характеризуется снижением Nv ОI в слое V поля 39, связанным со сниженным инсайтом, что может вносить вклад в когнитивные расстройства у больных шизофренией.

*Исследование поддержано Медицинским Научно-исследовательским Институтом Стенли (грант 07R-1787).*

### **DEFICIT OF OLIGODENDROCYTES IN THE INFERIOR PARIETAL CORTEX IN SCHIZOPHRENIA: A POSTMORTEM MORPHOMETRIC STEREOLOGICAL STUDY**

**Uranova, N.A., Vostrikov V.M.**

Federal state budgetary scientific institution Mental Health Research Centre, Moscow, Russia, [uranovan@mail.ru](mailto:uranovan@mail.ru)

Schizophrenia is a disease characterized by positive, negative symptoms and cognitive impairment. Genetic, neuroimaging and animal modeling studies provide novel evidence that support an important role for the oligodendrocytes and white matter pathways in cognitive function. The inferior parietal cortex participates in sensory integration, body image, executive functions and insight. Poor insight in schizophrenia (nonawareness of illness, medication refusal) is associated with cognitive dysfunction and severe negative symptoms. Previously we reported in layer III of Brodmann's area 39 (BA39) a reduction in the numerical density of oligodendrocytes (Nv OI) in schizophrenia associated with poor insight. We aimed to study the Nv OI in layer V of BA39 in the schizophrenia group and in poor and good insight subgroups as compared to normal controls.

Postmortem brain specimens (60  $\mu$ m frozen sections) from men (24 schizophrenia and 24 controls) were donated by the Stanley Medical Research Institute's 'Parietal Collection' (USA). Diagnosis was made according to DSM-IV criteria. Poor and good insight subgroups were selected by psychiatrist based on a retrospective analysis of each person's awareness of illness and medication refusal or consent to treatment. The brain sections were

Nissl-stained and coded. We estimated the Nv OI by optical disector method in layer V in BA 39 in ten serial sections from each case. Statistical analysis was done after decoding using MANOVA followed by post hoc Duncan's test. Pearson correlation analysis was done to examine the effects of confounding variables.

We found a significant prominent deficit in the Nv OI in the schizophrenia group (-19%,  $p < 0,01$ ) and only in the subgroups of subjects having poor insight (-24%,  $p < 0,05$ ) as compared to the control group. There were no significant subgroup differences. The parameters measured were not correlated with age, postmortem interval, brain pH, lifetime antipsychotics. Thus, schizophrenia is characterized by the reduction in the Nv OI in layer V of BA 39 associated with poor insight that might contribute to cognitive disturbances in patients with schizophrenia.

*This study was supported by the Stanley Medical Research Institute (grant 07R-1787).*

### **ВОЗМОЖНОСТИ ДИФфуЗИОННОЙ МРТ В ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ЛУЧЕВОГО ПАТОМОРФОЗА У ПАЦИЕНТОВ С РАКОМ ПРЯМОЙ КИШКИ**

**Усова А.В.<sup>1,2</sup>, Фролова И.Г.<sup>1</sup>, Афанасьев С.Г.<sup>1</sup>, Тарасова А.С.<sup>1</sup>, Фесик Е.А.<sup>1</sup>, Перельмутер В.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ «Томский НИИ онкологии», Томск, Россия;

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт биологии и биофизики ТГУ, Томск, Россия; afina.tsk@gmail.com

Рак прямой кишки представляет собой одну из актуальных и сложных проблем современной онкологии, занимая в последнее десятилетие лидирующие позиции в структуре онкологической заболеваемости и смертности в России. Неодъювантная лучевая терапия в рамках комбинированного лечения является общепризнанным стандартом лечения при раке прямой кишки T2-T4 стадии. МРТ с использованием T2-взвешенных изображений высокого разрешения и диффузионной МРТ является методом выбора для диагностики опухолей прямой кишки как при оценке первичной распространенности, так и на этапах лечения. При этом мнение авторов относительно использования ДВИ в оценке эффективности неоадъювантной лучевой терапии неоднозначно, а МРТ критерии эффективности лучевой терапии при раке прямой кишки не разработаны.

С целью определения информативности количественного анализа диффузионной МРТ в оценке эффективности лучевой терапии обследовано 12 пациентов с аденокарциномой прямой кишки умеренной степени дифференцировки. У каждого пациента производилось от 2-5 измерений ИКД в пределах опухоли, общее количество морфологически сопоставленных изменений ИКД составило 29. Исследование выполнялось на 1.5T МР-томографе MAGNETOM ESSENZA (SIEMENS). На основе диффузионных карт проводилось измерение ИКД (TR-2300ms, TE-91ms, толщина среза 3мм, B=800) до и после неоадъювантной лучевой терапии, а так же определялась степень прироста ИКД после лучевого лечения. Значения ИКД после лучевой терапии и степень его прироста сопоставлялись с объемом остаточного паренхиматозного компонента опухоли и со степенью лучевого патоморфоза, определяемых по данным послеоперационного гистологического исследования. Учитывая гетерогенность опухоли, области измерения ИКД до и после лучевого лечения точно соответствовали друг другу и зонам гистологического исследования операционного препарата. При сравнении уровня ИКД до и после лучевого лечения различие являлось статистически значимым ( $t=5.12041$ ,  $p=2.44723E-6$ ). При оценке взаимосвязи ИКД после лучевого лечения ( $r=-0.71253$ ,  $p<0.0001$ ) и степени его прироста ( $r=-0.74136$ ,  $p<0.0001$ ) с остаточным паренхиматозным компонентом опухоли была получена заметная обратная корреляция. При сопоставлении степени лучевого патоморфоза с количественным значением ИКД ( $r=0.8526$ ,  $p<0.0001$ ) и степенью его прироста после лучевой терапии ( $r=0.88014$ ,  $p<0.0001$ ), выявлена тесная взаимосвязь показателей. Таким образом, количественное значение ИКД и степень его прироста после лучевого лечения позволяют оценивать выраженность лучевого патоморфоза и может использоваться для оценки эффективности неоадъювантной лучевой терапии у пациентов раком прямой кишки.

### **OPPORTUNITIES OF DIFFUSION MRI FOR ASSESSING THE LEVEL OF RADIATION PATHOMORPHISM IN PATIENTS WITH RECTAL CANCER**

**A.V. Usova<sup>1,2</sup>, I.G. Frolova<sup>1</sup>, S.G. Afanasyev<sup>1</sup>, A.S. Tarasova<sup>1</sup>, E.A. Fesik<sup>1</sup>, V.M. Perelmuter<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>The Federal State Budget Scientific Institution "Tomsk Cancer Research Institute", Tomsk, Russian Federation;

<sup>2</sup>Research Institute of Biology and Biophysics, Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation;  
afina.tsk@gmail.com

Rectal cancer is one the topical and complicated issues of nowadays oncology, taking a leading position in the structure of cancer morbidity and mortality in Russia in the last decade. Neoadjuvant radiotherapy as part of combined treatment is a conventional standard for the treatment of T2-T4 rectal cancer. The high resolution T2-weighted MRI and diffusion MRI are methods of choice for the diagnostics of rectal tumours both during the assessment of their primary extent and during their treatment. Authors of publications on this matter are of a mixed opinion on the usage of DWI for the purposes of the assessment of the efficiency of neoadjuvant radiotherapy. Moreover, MRI criteria for the evaluation of the efficiency of radiation therapy for rectal cancer have not been developed.

In order to evaluate the information capacity of the quantitative analysis of diffusion MRI for the assessment of the efficiency of radiation therapy. 12 patients with moderately differentiated adenocarcinoma of the rectum have been examined. 2-5 measurements of apparent diffusion coefficient of the tumour of each patient were made. The total number of morphologically defined changes in apparent diffusion coefficient was 29. The study was performed with the use of SIEMENS MAGNETOM ESSENZA 1.5T. Based on the diffusion images, measurements of apparent diffusion coefficient were carried out (TR-2300ms, TE-91 ms, tomographic thickness 3mm, B=800) before and after neoadjuvant radiotherapy; also, the level of increase of apparent diffusion coefficient after radiation therapy was determined. The values of apparent diffusion coefficient after radiation therapy and the degree of the increase of apparent diffusion coefficient were compared to the volume of the residual parenchymal component of tumour and to the degree of the radiation pathomorphism which were assessed by means of histological data after

surgery. With due account of the heterogeneity of tumour, the areas of measurement of apparent diffusion coefficient before and after radiation therapy coincided precisely. They also coincided with the zones of histological examination of surgical specimen. When comparing the level of apparent diffusion coefficient before and after radiation therapy, the revealed difference was statistically significant ( $t=5.12041$ ,  $p=2.44723E-6$ ). During the assessment of the correlation of apparent diffusion coefficient after radiation therapy ( $r=-0.71253$ ,  $p<0.0001$ ) and the level of its increase ( $r=-0.74136$ ,  $p<0.0001$ ) with the residual parenchymal component of tumor, a noticeable inverse correlation was observed. The comparison of the level of radiation pathomorphism to the quantitative value of apparent diffusion coefficient ( $r=0.8526$ ,  $p<0.0001$ ) and to the level of its increase after radiotherapy ( $r=0.88014$ ,  $p<0.0001$ ) showed a close interrelation of the indices. Therefore, the quantitative value of apparent diffusion coefficient and the level of its increase after radiation therapy allow assessing the degree of radiation pathomorphism and can be used to evaluate the efficiency of neoadjuvant radiotherapy in patients with rectal cancer.

### **УЛЬТРАБЫСТРЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ фМРТ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Ушаков В.Л.<sup>1,2</sup>, Карташов С.И.<sup>1,2</sup>, Гаврилов Г.Е.<sup>1</sup>, Завьялова В.В.<sup>1</sup>, Орлов В.А.<sup>1</sup>, Величковский Б.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия, ushakov\_vl@nrcki.ru

<sup>2</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Для проведения нейрокогнитивных исследований необходимы неинвазивные методы с высоким пространственным и временным разрешением. В данной работе представлены результаты сравнения двух последовательностей фМРТ в исследовании когнитивных процессов. В качестве тестового когнитивного эксперимента была выбрана моторная задача, в которой добровольца просили во время сканирования перебирать пальцами правой руки. Временное разрешение кривой гемодинамического ответа составляет порядка 10 секунд, пикового значения она достигает в районе 5-6 секунд. Если используется последовательность с большими временными интервалами сканирования в задачах одиночного вызванного ответа, то высока вероятность пропустить этот пик, тем самым снизив достоверность получаемых данных. В стандартных последовательностях, как правило, данные снимаются с частотой раз в две-три секунды. На данный момент нами используется последовательность типа multi-band EPI с частотой съема данных один раз в секунду и меньше (что на 50-66% быстрее стандартной). Помимо лучшего временного разрешения, эта последовательность имеет лучшее пространственное разрешение (0,8x0,8 мм по сравнению с 2x2 мм в плоскости среза, 32 среза). Чувствительность метода, определяемая на основе размера кластеров активных областей изменения BOLD-сигнала, показала более высокую величину для последовательности типа multi-band EPI. На основе представленных данных можно сделать вывод, что применение последовательности типа multi-band EPI имеет большую перспективу в качестве неинвазивного метода исследования механизмов работы головного мозга

*Работа частично поддержана грантом РФФИ ОФИМ 15-29-01344.*

### **ULTRAFAST fMRI SEQUENCE FOR INVESTIGATION OF COGNITIVE PROCESSES**

**Ushakov V.L.<sup>1,2</sup>, Kartashov S.I.<sup>1,2</sup>, Gavrilov G.E.<sup>1</sup>, Zavyalova V.V.<sup>1</sup>, Orlov V.A.<sup>1</sup>, Velichkovsky B.M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>National Research Centre «Kurchatov Institute», Moscow, Russia, ushakov\_vl@nrcki.ru

<sup>2</sup>National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow, Russia

It is essential non-invasive methods with high spatial and temporal resolution for the neurocognitive research. This work is to show comparison results of two fMRI sequences for investigation of cognitive brain functions. Motor task, during which participant should move his fingers of right wrist, was tested as a reference experiment in this cognitive investigation. Hemodynamic response function (HRF) has about 10 seconds of its time resolution with maximum at time point in about 5-6 seconds. If MR-sequence has low time resolution than we can miss the peak. Standard EPI fMRI sequences usually scan brain once in two-three seconds. At the moment we use multi-band EPI fMRI sequence that scans brain once in a second or even less (50-66% faster than standard one). Besides better time resolution this sequence better spatial resolution (0,8x0,8 mm vs. 2x2 mm in slice, 32 slices). The sensitivity of the method, defined on the basis of the active regions of the cluster active BOLD-signal showed a higher value for a sequence of multi-band EPI. Based on the presented data it can be concluded that the use of such multi-band EPI sequence has great promise as a non-invasive method for investigating the mechanisms of the human brain.

*This work was partially supported by a grant from the RFBR OFIm, Grant no. 15-29-01344*

### **ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ НЕЙРОТРАНСМИТТЕРНЫХ РЕЦЕПТОРОВ И ТАРДИВНАЯ ДИСКИНЕЗИЯ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ: ИССЛЕДОВАНИЕ РУССКОЙ И ГОЛЛАНДСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ**

**Федоренко О.Ю., Боярко Е.Г., Иванова С.А.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение научно-исследовательский институт психического здоровья, г.Томск, Россия, [fo\\_y@mail.ru](mailto:fo_y@mail.ru)

**Актуальность.** Тардивная дискинезия (ТД) – это двигательное расстройство, являющееся осложнением длительной антипсихотической терапии. Генетические основы ТД связывают с дофаминергической дисрегуляцией. Гены других нейротрансмиттерных систем исследованы меньше. **Цель** – изучить ассоциации полиморфизма генов дофаминергических, серотонинергических и глутаматергических рецепторов с ТД при шизофрении в русской и голландской популяциях. **Материалы и методы.** Русскую выборку составил 431 пациент, голландскую – 168 пациентов. ТД оценивалась с помощью шкалы AIMS. Выделение геномной ДНК и генотипирование 43 SNPs генов *GRIN2A*, *GRIN2B*, *DRD3*, *DRD4* и *HTR2C* выполнено с помощью Veracode Assay согласно стандартным протоколам. Статистическая обработка результатов произведена с помощью программы R с пакетом SNPpass и основными функциями R.

**Результаты и обсуждение.** Статистически значимые ассоциации найдены между 8 SNPs генов 4 рецепторов: *GRIN2B* (*rs220599*), *GRIN2A* (*rs7192557*, *rs1650420*, *rs11646587*, *rs7206256*, *rs1345423*), *DRD3* (*rs167770*) и *HTR2C* (*rs4911871*) и орофациальной ТД. Эти SNPs не совпадали для двух групп. Также статистически значимые ассоциации найдены между 9 SNPs генов 2 рецепторов: *GRIN2A* (*rs1345423*, *rs7192557*, *rs1650420*, *rs11866328*, *rs7190619*, *rs9788936*, *rs11644461*) и *DRD3* (*rs963468*, *rs167770*) и лимбтранканальной ТД. Только *rs1345423 GRIN2A* был достоверно ассоциирован с лимбтранканальной ТД в голландской ( $p=0.0190$ ) и русской ( $p=0.02504$ ) популяциях больных шизофренией. Кроме того, статистически значимые ассоциации найдены между 7 SNPs генов 3 рецепторов и общей ТД: *GRIN2B* (*rs2192970*), *GRIN2A* (*rs1345423*, *rs7192557*, *rs1650420*, *rs11644461*) и *DRD3* (*rs324035*, *rs167770*). Только *rs1345423 GRIN2A* был достоверно ассоциирован с общей ТД в обеих исследованных группах. Результаты оказались непоследовательными между двумя популяциями, за исключением *rs1345423 GRIN2A* для лимбтранканальной и общей ТД. Это можно объяснить ограниченным размером выборок, множественным тестированием нескольких SNPs. Кроме того, исследование русской выборки было кросс-секционным, а голландской – проспективным. **Выводы.** Прямая модуляция дофаминовых рецепторов 2 типа едва ли отвечает за протективные эффекты атипичных нейролептиков в отношении ТД. 5-HTR2C рецептор лучше подходит для объяснения этого эффекта, особенно в случае конститутивной активности.

*Работа выполнена частично (исследование русских больных шизофренией) при поддержке гранта РФФ № 14-35-00023.*

### POLYMORPHISM OF GENES OF NEUROTRANSMITTER RECEPTORS AND TARDIVE DYSKINESIA IN SCHIZOPHRENIA: A STUDY OF RUSSIAN AND DUTCH POPULATIONS

Fedorenko O.Yu., Boyarko E.G., Ivanova S.A.

Mental Health Research Institute, Tomsk, Russia, [fo\\_y@mail.ru](mailto:fo_y@mail.ru)

**Background.** Tardive dyskinesia (TD) is a movement disorder characterized by involuntary, repetitive, irregular motions that affect the mouth and face and/or the limbs and trunk. TD is a complication of long-term antipsychotic therapy. The genetic basis of pathogenesis of TD is thought to be primarily related to dopamine dysregulation. Genes of other neurotransmitter systems are less investigated. **Aim.** Study of the association of polymorphic variants of genes of dopaminergic, serotonergic and glutamatergic receptors *GRIN2A*, *GRIN2B*, *DRD3*, *DRD4* and *HTR2C* with TD in schizophrenia in Russian and Dutch populations. **Methods.** Russian sample of schizophrenic patients was 431 people, Dutch – 168 people. The Abnormal Involuntary Movement Scale (AIMS) was used to assess TD. The DNA extraction and genotyping of 43 polymorphisms of *GRIN2A*, *GRIN2B*, *DRD3*, *DRD4*, and *HTR2C* genes were conducted using Veracode Assay according to standard protocols. All calculations were performed in the R statistical environment with the SNPAssoc package and basic R functions. To analyze associations between the SNPs and the phenotypes (orofacial TD, limb-truncal TD, and total TD), we used logistic regression for binary response traits and log-linear regression for continuous traits. **Results and discussion.** Significant associations were found between eight SNPs encoding four receptors: *GRIN2B* (*rs220599*), *GRIN2A* (*rs7192557*, *rs1650420*, *rs11646587*, *rs7206256*, *rs1345423*), *DRD3* (*rs167770*) and *HTR2C* (*rs4911871*) and orofacial TD. However, these SNPs were not the same for the two groups of patients with schizophrenia. Also significant associations were found between nine SNPs of two receptors: *GRIN2A* (*rs1345423*, *rs7192557*, *rs1650420*, *rs11866328*, *rs7190619*, *rs9788936*, *rs11644461*) and *DRD3* (*rs963468*, *rs167770*) and limb-truncal TD. Yet, only *rs1345423* in *GRIN2A* was significantly associated with limb-truncal TD in both patient groups: Dutch patients ( $p=0.0190$ ) and Siberian patients ( $p=0.02504$ ). Moreover, significant associations were found in seven specific SNPs encoding three receptors *GRIN2B* (*rs2192970*), *GRIN2A* (*rs1345423*, *rs7192557*, *rs1650420*, *rs11644461*) and *DRD3* (*rs324035*, *rs167770*). Only *rs1345423* in *GRIN2A* was significantly associated with overall TD in both studied groups. The results were inconsistent between the two populations, except for *rs1345423* in *GRIN2A* for limb-truncal and all types of TD. The following methodological problems may explain these differences: the limited sample size (particularly of the Dutch sample), multiple testing of several SNPs. Furthermore, our study of Russian patients was cross-sectional; while, the Dutch study was prospective with two follow-ups. **Conclusions.** A direct modulation of the DA type 2 receptors is unlikely to be responsible for the protective effects of atypical antipsychotic drugs on TD. The 5-HTR2C receptor may better explain this effect, particularly when its constitutive activity is considered.

*Part of this work (investigation of Russian patients with schizophrenia) was supported by the Russian Science Foundation [Grant #14-35-00023].*

### ВЛИЯНИЕ ОСТРОГО ВВЕДЕНИЯ L-ДОФА НА ПИК-ВОЛНОВУЮ АКТИВНОСТЬ, ОБУЧЕНИЕ И ПАМЯТЬ У 6-МЕСЯЧНЫХ КРЫС ЛИНИИ WAG/Rij С ГЕНЕТИЧЕСКОЙ АБСАНС-ЭПИЛЕПСИЕЙ

Федосова Е.А., Саркисова К.Ю., Шацкова А.Б., Базян А.С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; e-mail: [ekaterina5fedosova@rambler.ru](mailto:ekaterina5fedosova@rambler.ru)

Крысы линии WAG/Rij являются генетической моделью абсансной эпилепсии и коморбидной депрессии. Абсанс-эпилепсия характеризуется возникновением спонтанных генерализованных пик-волновых разрядов (ПВР) на ЭЭГ. Первые ПВР у крыс линии WAG/Rij появляются в возрасте 60 – 80 дней. Полноценная пик-волновая активность развивается к 5-6 месяцам. Симптомы депрессии у крыс линии WAG/Rij усиливаются с возрастом параллельно с усугублением симптомов абсанс-эпилепсии и развитием дефицита дофамина в структурах мозга. Цель настоящей работы – выяснить, может ли повышение уровня дофамина в мозге, вызываемое введением предшественника дофамина L-ДОФА в низкой дозе (25 мг/кг), оказать влияние на ПВР и когнитивные нарушения, часто наблюдаемые при депрессивно-подобных состояниях. Для достижения этой цели у крыс линии WAG/Rij и Wistar исследованы процессы обучения и консолидации памяти, а также проведена 3-часовая запись ЭЭГ. Крысы линии WAG/Rij и Wistar были

разделены на опытную и контрольную группы. Опытной группе за 1,5 часа до выработки условных рефлексов активного (УРАИ) и пассивного (УРПИ) избегания, а также записи ЭЭГ вводили L-ДОФА. Для регистрации ЭЭГ использовали 4 эпидуральных электрода, которые размещали билатерально над лобными (AP – +2 мм; L – 2,5 мм) и затылочными (AP – -6 мм; L – 4 мм) отделами коры. ЭЭГ регистрировали монополярно, референтный электрод помещали над мозжечком. Результаты выработки УРПИ показывают, что латентный период захода в тёмный отсек камеры значимо увеличивается на второй день тестирования у крыс Wistar по сравнению с первым днём эксперимента, в то время как данный показатель практически не меняется у крыс линии WAG/Rij. Инъекция L-ДОФА значительно увеличивает латентный период захода в тёмный отсек. Причём у WAG/Rij этот показатель увеличивается в большей степени, чем у Wistar. Результаты выработки УРАИ свидетельствуют о том, что число реакций избегания у крыс WAG/Rij больше относительно крыс Wistar в первый день опыта. Однако на второй день тестирования их число у крыс линии WAG/Rij было значимо меньше, чем у Wistar. Введение L-ДОФА уменьшает число реакций избегания в первый день обучения, но значительно увеличивает данный показатель на второй день. После инъекции L-ДОФА у крыс линии WAG/Rij наблюдали уменьшение числа ПВР и индекса ПВР (%), однако статистически значимой величины ( $p < 0.05$ ) по сравнению с исходными значениями, принятыми за 100%, оно достигало только на второй день. Препарат не оказал значимого влияния на длительность ПВР. Результаты выработки УРПИ и УРАИ дают основания предполагать дефицит формирования долгосрочной памяти у крыс линии WAG/Rij по сравнению с крысами Wistar. Крысы линии WAG/Rij показывают более высокую чувствительность к L-ДОФА, чем крысы Wistar. Таким образом, можно сделать вывод о том, что у крыс линии WAG/Rij острое введение L-ДОФА не оказывает существенного влияния на процессы обучения, но вызывает значимое улучшение воспроизведения следа памяти в тестах выработки УРПИ и УРАИ, что совпадает с уменьшением числа и индекса ПВР.

#### **EFFECTS OF ACUTE INJECTION OF L-DOPA ON SPIKE-WAVE DISCHARGES, LEARNING AND MEMORY IN 6-MONTHS-OLD WAG/RIJ RATS WITH GENETIC ABSENCE EPILEPSY**

**Fedosova E.A., Sarkisova K.Yu., Shatskova A.B., Bazyan A.S.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: [ekaterina5fedosova@rambler.ru](mailto:ekaterina5fedosova@rambler.ru)

WAG/Rij rats are a genetic animal model of absence epilepsy with comorbid depression. Absence epilepsy is characterized by the occurrence of spontaneous generalized spike-wave discharges (SWDs) in the EEG. SWDs are first detected around 60–80 days in WAG/Rij rats. Mature SWDs are developed by 6 – 7 months of age. Symptoms of depression in WAG/Rij rats increase with age in parallel with aggravation of absence seizures and the development of dopamine deficiency in the brain structures. The aim of the present study was to determine whether the elevation of dopamine level in the brain induced by the injection of a low dose of the dopamine precursor L-DOPA (25 mg/kg) can affect SWDs and cognitive impairments often observed in depression-like states. To achieve this aim, in WAG/Rij and Wistar rats, learning and long-term memory formation has been investigated, as well as EEG recordings (for 3 h) have been performed. WAG/Rij and Wistar rats were randomly allocated into experimental and control groups. L-DOPA was injected to experimental group 1.5 hours prior to the active and passive avoidance tests and EEG recordings. Rats from the control group were injected with vehicle in the same volume. For EEG registration, rats were equipped with bilateral epidural electrodes over frontal (AP – +2 mm, L – 2.5 mm) and occipital (AP – -6 mm, L – 4 mm) cortex. EEG was recorded monopolarly, reference electrode was placed over the cerebellum. Results obtained in the passive avoidance test indicate that in Wistar rats, latency of entering the dark compartment significantly increases on the second day compared to the first day, while in WAG/Rij rats this measure practically remains unchanged. Administration of L-DOPA before conditioning substantially increased the latency of entering the dark compartment, and to a greater extent in WAG/Rij rats than in Wistars. Results obtained in the active avoidance test suggest that the number of avoidances in WAG/Rij rats was greater than in Wistar rats on the first day. However, on the second day the number of avoidances in WAG/Rij rats was significantly less than in Wistar rats. L-DOPA injection reduced the number of avoidances on the first day, but significantly increased this parameter on the second day. After L-DOPA injection, in WAG/Rij rats, the number of SWDs and the index of SWDs (%) decreased, however, the level of statistical significance ( $p < 0.05$ ), in comparison with the baseline values taken as 100%, it reached only on the second day. This compound didn't exert significant effect on the duration of SWDs. The outcomes of the active and passive avoidance tests allow us to suggest the deficits in long-term memory formation in WAG/Rij rats in comparison with Wistar controls. WAG/Rij rats are more sensitive to L-DOPA compared with Wistar rats. Thus, it is possible to draw a conclusion that L-DOPA don't exert substantial effect on learning processes, but induces significant improvement of reproduction of a memory trace in the passive and active avoidance tests that coincides with reduction in the number and in the index of SWDs.

#### **ЗАВИСИМОЕ ОТ ВОЗРАСТА НАРАСТАНИЕ ДЕФИЦИТА ДА СИСТЕМЫ У КРЫС ЛИНИИ WAG/RIJ, ИНДУКЦИЯ ДЕПРЕССИВНОСТИ И УХУЖДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОДКРЕПЛЕНИЯ**

**Федосова Екатерина Александровна, Базян Ара Саакович**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки *Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия*: [bazyan@mail.ru](mailto:bazyan@mail.ru)

Показано, что причиной возникновения ряда эпилептических заболеваний, в том числе и абсансной эпилепсии, является мутация субъединиц ГАМК<sub>A</sub> рецептора. У крыс WAG/Rij абсансная эпилепсия нарастает с возрастом за счет модификации субъединичной композиции ГАМК активируемого I<sub>h</sub> пейсмекерного канала с воротным механизмом, контролируемым вторичным посредником. Этот пейсмекерный канал локализован в 5 слое соматосенсорной коры. Исследования показали, что в зависимости от возраста, нарастает уменьшение концентрации дофамина в структурах мозга крыс WAG/Rij. Вопрос. Почему нарастание патологической реакции I<sub>h</sub> канала локализованного в 5 слое соматосенсорной

коры вызывает нарастающий дефицит ДА системы? Информация из коры мозга, в том числе и соматосенсорной коры приходит в стриатум, паллидум и субстанцию игра. Здесь информация делится на три части: запускает таламокортикальные сети, формирует моторный выход из базальных ганглий, и через глобальный ДА сигнал, запускает ДА систему среднего мозга. Мутация в  $I_h$  канале соматосенсорной коры, нарушает ДА-ергический сигнал и вызывает, зависящее от возраста, уменьшение концентрации ДА. Эмоциональные состояния формируются взаимодействием моноаминергических систем среднего мозга, но ведущая роль в этих системах принадлежит ДА системе. Активация ДА системы вызывает индукцию эмоционально положительных состояний и за счет процессов фосфорилирования – дефосфорилирования, модифицирует активность кортико–базальных и таламокортикальных сетей и управляет поведением. Процессы фосфорилирования – дефосфорилирования зависят от концентрации ДА и степени активации рецепторов. Можно полагать, что есть некий базовый уровень концентрации ДА, который соответствует норме. Повешение концентрации ДА выше этого уровня меняет соотношение процессов фосфорилирования – дефосфорилирования и управляя сетями индуцирует поведение соответствующее эмоционально положительным состояниям. Уменьшение концентрации ДА меньше базового уровня меняет соотношение процессов фосфорилирования – дефосфорилирования на противоположное и вызывает эмоционально отрицательные или депрессивные состояния. В огромном количестве работ два термина награда и подкрепление объединены, но при оборонительных рефлексивных награда отсутствует, но сохраняется подкрепление, и это подкрепление осуществляется мезо-кортико-лимбической ДА системой формирующей эмоционально положительные состояния. Награда, через мезо-кортико-лимбической ДА систему вызывает эмоционально положительное состояние, которое и реализует процесс подкрепления.

### **DEPENDING ON THE AGE GROWING DEFICIT OF DA SYSTEM IN WAG/Rij RATS, INDUCTION DEPRESSION AND IMPAIRMENT OF THE REINFORCEMENT PROCESS**

**Fedosova Ekaterina Aleksandrovna, Bazyan Ara Sahakovich**

*Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia:  
bazyan@mail.ru*

The mutation GABA<sub>A</sub> receptor subunit cause of a number of epileptic disorders, including absence epilepsy. In WAG/Rij rats absence epilepsy increases with age due to the modification of the subunit composition of hyperpolarization – activated cyclic nucleotide-gated cationic  $I_h$  pacemaker channels. This pacemaker channel is localized in 5 layer of somatosensory cortex. Studies have shown that, depending on the age, growing decrease in dopamine concentrations in the brain structures of WAG/Rij rats. Question. Why is the growth of abnormal reaction  $I_h$  channel localized in the 5 layer somatosensory cortex causes a deficit rise of DA system. Information from the cerebral cortex, including the somatosensory cortex comes into the striatum, farther into the pallidum and substance nigra. Here, the information is divided into three parts: first, activated thalamocortical network, second, forms a motor output from the basal ganglia and third through a global DA signal, activated of midbrain DA system. A mutation in the  $I_h$  channel of somatosensory cortex, violates the DA-ergic signal and causes, depending on age, reducing the concentration of DA. Emotional states are formed by interaction of midbrain monoaminergic systems, but the leading role in these systems belong to DA system. The activation of DA system causes the induction of positive emotional states and processes by phosphorylation and dephosphorylation, modifies the activity of corticobasal and thalamocortical networks and controls behavior. Processes phosphorylation and dephosphorylation depend on the concentration of DA and degree of DA receptors activation. It is believed that there is a basic level of DA concentration corresponds to the norm. Increase of DA concentrations above this level will change the ratio of phosphorylation and dephosphorylation processes and managing networks induces behavior corresponding positive emotional states. Reducing of the DA concentration less than the base level, reversed the ratio phosphorylation and dephosphorylation and causes emotional negative or depressive states. In numerous papers two terms reward and reinforcement combined with each other, at the defensive conditioned reflexes reward is absent, but saved reinforcements and this reinforcement is carried meso-cortico-limbic DA system, which generates a emotional positive state. And this is a positive emotional state performs the reinforcements.

### **ОТДАЛЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НЕОНАТАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КРЫС ЛИНИИ КРУШИНСКОГО-МОЛОДКИНОЙ (КМ)**

**И.Б. Федотова, Н.М. Сурина, Г.М. Николаев, З.А. Костына, И.И. Полетаева**  
Биологический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, [lqzlg@yandex.ru](mailto:lqzlg@yandex.ru)

Исследование эффектов воздействий (как фармакологических, так и физических) на неврологический статус детей, чьи матери в силу своего заболевания вынуждены принимать нейротропные препараты в период беременности – это серьезная проблема современной медицины. Очевидно, что исследования этого феномена на лабораторных моделях актуальны. К числу таких моделей относятся линии мышей и крыс с предрасположенностью к аудиогенной эпилепсии (АЭ). АЭ позволяет многократно и с разными интервалами времени воспроизводить судорожный припадок у одного и того же животного. Это редко удается получить при химически вызванных судорогах. Среди существующих линий с АЭ важное место занимает линия крыс КМ (Крушинского-Молодкиной). Практически у 100% этих животных через несколько секунд после включения звука развиваются интенсивные тонические судороги. Линия имеет инбредный статус, что позволяет надежно сравнивать данные, полученные в разных сериях исследований. Оценивали отдаленные эффекты гипертермического воздействия (ГПТ) – нагревания до 42° С (5 мин. в возрасте 14 дней) на развитие судорожного припадка АЭ у 1-мес. и 3 мес. крыс линии КМ (ГПТ, n=64, контроль, n=34). Анализировали также пороги болевой чувствительности (метод tail-flick), а также поведение в тесте приподнятого крестообразного лабиринта (ПКЛ). В возрасте 1 мес. суммарный балл АЭ (по 5 балльной шкале) у опытных и контрольных животных не различался, однако группа после ГПТ доля животных с максимально выраженными (тоническими) судорогами была достоверно (p < 0.05, метод ф Фишера) ниже,



чем в контроле. Начало приступа АЭ (латентный период, ЛП) наступало достоверно позднее, а также ЛП проявления клонических и тонических судорог у животных после ГПТ также были достоверно длиннее, чем в контроле. Это также свидетельствует об ослаблении АЭ после неонатального воздействия кратковременного гипертермического воздействия. Пороги болевой чувствительности у ГПТ и контрольной групп крыс оценивали в трех последовательных пробах с 10-14 мин интервалами между ними. Время отдергивания хвоста в 1-й и 2-й пробах у опытных и контрольных 1 мес крыс достоверно не различалось, однако было несколько короче у крыс опытной группы. В 3-й пробе пороги болевой чувствительности у крыс группы ГПТ были достоверно короче, чем у контроля. При этом повышение болевой чувствительности к 3-й пробе у крыс после ГПТ было достоверным (крит. Вилкоксона,  $p < 0.05$ ), тогда как в контроле таких различий не выявлено. Т.обр., обнаружены изменения регуляции контроле болевой чувствительности после ГПТ (сенситизация). В тесте ПКЛ после ГПТ отмечено достоверное повышение числа эпизодов груминга и выглядываний из темных рукавов, а также недостоверное повышение у них числа «стойек» в темных рукавах ПКЛ. Показатели тревожности (время на открытых частях ПКЛ) не различались (все 1 мес крысы практически не выходили на свет). Таким образом, кратковременная (5 мин) гипертермия в возрасте 14 дней вызвала значимые изменения в АЭ, в болевой чувствительности, и в поведении в ПКЛ через 2 нед. после воздействия. К 3 мес. возрасту различия в интенсивности судорог АЭ практически сглаживаются (предв. данные). ГПТ может, предположительно, изменить экспрессию белков теплового шока, что (по литературным данным) может снизить АЭ.

*При выполнении работы авторы руководствовались правилами Декларации ЕС 2010 (2010/63/EU). Работа частично поддержана РФФИ, грант N 15-04-01732, тема «Нейробиологические основы поведения животных. Регистр.№ НИОКТР АААА-А16-116021660055-1.»*

### **REMOTE EFFECTS OF NEONATAL TREATMENTS IN AUDIOGENIC SEIZURE PRONE RATS OF KRUSHINSKY-MOLODKINA (KM) STRAIN**

**I.B. Fedotova, N.M. Surina, G.M. Nikolaev, Z.A. Kostina, I.I. Poletaeva**  
Biology Department, Lomonossov Moscow State University, Moscow, Russia

The intake of various neurotropic drugs during pregnancy which is unavoidable for women with chronic diseases (epilepsy being one of the most frequent) are the causes of changes in the neurological status of newborns and infants. Thus the remote effects of early pharmacological and physical treatments constitute the problem of current importance. The relevant problem emerged to analyze these phenomena using animal models. Audiogenic seizure (AS) prone strains of mice and rats are among models of this type. Using AS models it is possible to induce seizures in the same animal numerous times with different time intervals, which is usually impossible in case of chemically induced seizures. The rat strain KM (Krushinsky-Molodkina) is one of these models. The short latency intense seizures develop in about 100% of rats in this strain. The strain has the confirmed inbred status and it permit to make the reliable comparisons of data obtained in different experiments. The remote effects of hyperthermic treatment (HPT) (42-44° C, 5 minutes, age 14 days) on AS seizures were studied in KM rats (n=64) in comparison to intact control rats (n=34) at the ages of 1 and 3 months. The pain sensitivity (tail-flick test) and behavior (elevated plus maze test, EPM) were analyzed as well. In 1 month old pups the AS intensity were in HPT and control rats was similar, while the proportion of animals which developed AS of the highest intensity (tonic seizures of trunk and extremities) was significantly lower in HPT group in comparison to controls ( $p < 0.05$ , Fisher  $\phi$  test). The latencies of AS start as well as latencies of clonic and tonic convulsions were significantly longer in HPT rats than in control group. This is also the evidence of the AS proneness decrease after HPT. The pain thresholds were determined in three consecutive trials with the intervals of 10-14 min. The tail-flick reaction times at 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> trials were similar in HPT and control animals, while the time of pain reaction at the 3<sup>rd</sup> trial was significantly shorter in HPT group animals. The increase in pain sensitivity (decrease of tail-flick time) towards the 3<sup>rd</sup> trial was significant (Wilcoxon test,  $p < 0.05$ ) in HPT rats and it was absent in the control group. Thus the pain sensitization was found in rats 2 weeks after the short HPT treatment. The EPM test demonstrated the significant increase of grooming episodes numbers and risk taking reactions in HPT group as well as non-significant increase in the numbers of rearing in closed arms. At the same time the anxiety indices (time in the open arms and numbers of open arm exits) did not differ between HPT and control groups as practically all 1 month old rats stayed in the closed arms. The data showed that the short hyperthermia at the age of 14 days induced significant changes in AS proneness, in pain sensitivity and in EPM behavior which were seen after 2 weeks interval. The differences in AS actually disappeared at the age of 3 months. It is possible to suggest, basing on literature data, that the decrease of AS after HPT could induce changes in the heat-shock proteins expression.

*The work was performed using the guidelines of EC Declaration 2010 (2010/63/EU). Partly supported by RFBR, grant N 15-04-01732 A, State registration theme: "Neurobiology of animal behavior" N НИОКТР АААА-А16-116021660055-1.*

### **ОЦЕНКА ИММУНОЭКСПРЕССИИ СИНАПТОФИЗИНА И PSD95 В МОТОНЕЙРОНАХ СПИНОГО МОЗГА ПОСЛЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕВЕСОМОСТИ У МЫШЕЙ ЛИНИИ C57BLACK/6**

**Федянин А.О., Еремеев А.А., Балтина Т.В., Балтин М.Э.**  
Казанский федеральный университет, Казань, Россия, artishock23@gmail.com

Исследование влияния невесомости на организм человека и животных является весьма актуальной проблемой космической биологии и медицины в связи с интенсивным освоением околоземного космического пространства. Пребывание космонавтов в условиях невесомости приводит к развитию гипогравитационного двигательного синдрома, характеризующегося атрофией мышц, снижением их работоспособности и выносливости, нарушением двигательной функции. Об уровне функционирования нервных клеток можно судить по степени экспрессируемых белков-маркеров: синаптофизина и PSD95. Эксперименты выполнены на 10 половозрелых самцах линии C57black/6 массой 28±8г. У животных подопытной группы моделировали последствия гипогравитации методом антигравитационного



вывешивания задних конечностей в течение 30 суток по модели Morey-Holton&Globus. В ходе эксперимента, были применены классические гистологические и иммуно – гистохимические методы. Количественная оценка уровня иммуноэкспрессии синаптофизина обнаружила уменьшение белка на 25% ( $p=0,01$ ) в мотонейронах поясничного утолщения спинного мозга мышей в экспериментальной группе, по сравнению с иммуноэкспрессией в контрольной группе мышей. Плотность окрашивания в мотонейронах спинного мозга у животных подопытной группы стала ниже, что привело к увеличению абсолютных значений пропускания света. Таким образом, антиорто статическое вывешивание задних конечностей мышей привело к уменьшению уровня иммуноэкспрессии синаптофизина в мотонейронах поясничного отдела спинного мозга. Количественная оценка уровня иммуноэкспрессии PSD95 обнаружила уменьшение белка на 36% ( $p=0,01$ ) в мотонейронах поясничного утолщения спинного мозга мышей в экспериментальной группе, по сравнению с иммуноэкспрессией в контрольной группе мышей. Плотность окрашивания в мотонейронах спинного мозга у животных подопытной группы стала ниже, что привело к увеличению абсолютных значений пропускания света. Таким образом, антиорто статическое вывешивание задних конечностей мышей привело к уменьшению уровня иммуноэкспрессии PSD95 в мотонейронах поясничного отдела спинного мозга. Проведенное исследование дает основание заключить, что развитие патогенеза дисфункции локомоторного аппарата связано с изменениями, возникающими в мотонейронах поясничного отдела спинного мозга, иннервирующими скелетные мышцы нижних конечностей.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №15-04-05951-а.*

#### **EVALUATION OF IMMUNOEXPRESSION SYNAPTOPHYSIN AND PSD95 IN SPINAL CORD MOTONEURONS AFTER SIMULATION OF WEIGHTLESSNESS IN MICE LINE c57black / 6**

**Fedyanin A.O., Ereemeev A.A., Baltina T.V., Baltin M.E.**

Kazan federal university, Kazan, Russia, [artishock23@gmail.com](mailto:artishock23@gmail.com)

Research the effects of weightlessness on the human body and animals is a very topical issue of space biology and medicine in connection with the intensive development of near-Earth space. Stay astronauts in weightlessness leads to the development of the motor hypogravitation syndrome characterized by muscle atrophy, reduction of their working capacity and endurance, mobility impairments. The level of functioning of the nerve cells can be judged by the degree of expressed protein markers: synaptophysin and PSD95. The experiments were performed on 10 adult male mice line c57 black / 6 weight  $28 \pm 8g$ . In animals of the experimental group was modeled by the effects hypogravity antiorthostatic hanging hind limb for 30 days on the model of Morey-Holton & Globus. During the experiment, we used classical histological and immunohistochemical methods. Quantifying the level of immunoeexpression synaptophysin protein detected 25% reduction ( $p = 0.01$ ) motoneurons in the lumbar enlargement of the spinal cord of mice in the experimental group compared with the control mice immunoeexpression group. The density of the dye in the spinal cord motor neurons in the animals of the experimental group was lower, which led to an increase in light transmission of absolute values. Thus, antiorthostatic hanging hind limbs of mice led to a decrease immunoeexpression synaptophysin levels in motor neurons of the lumbar spinal cord. Quantitative assessment of immunoeexpression PSD95 found a decrease in the protein by 36% ( $p = 0.01$ ) in the motor neurons of the lumbar enlargement of the spinal cord of mice in the experimental group compared with the control mice immunoeexpression group. The density of the dye in the spinal cord motor neurons in the animals of the experimental group was lower, which led to an increase in light transmission of absolute values. Thus, antiorthostatic hanging hind limbs of mice led to a decrease immunoeexpression PSD95 levels in motor neurons of the lumbar spinal cord. The study gives reason to conclude that the development of the pathogenesis of locomotor apparatus disfunctions related to changes occurring in the motor neurons of the spinal cord lumbar innervated by skeletal muscles of the lower extremities.

*This work was supported by grant RFBR №15-04-05951-а.*

#### **ВОЗМОЖЕН ЛИ ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД В ЭФФЕКТЕ ЕСЬКОВА-ЗИНЧЕНКО ПРИ ХОЛОДОВОМ СТРЕССЕ**

**Филатов М.А.<sup>1</sup>, Горбунов Д.В.<sup>1</sup>, Шадрин Г.А.<sup>1</sup>, Стрельцова Т.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Сургутский государственный университет, Институт естественных и технических наук, кафедра биофизики и нейрокибернетики. Россия, 628400, Сургут, пр. Ленина, д. 1.

Любой интервал *треморограммы* (ТМГ) будет уникальным и неповторимым, это описывается в эффекте Еськова–Зинченко (ЕЗ) не только для выборок ТМГ, но и их *амплитудно-частотных характеристик* (АЧХ), автокорреляционных функций и фрактальных размерностей. Иными словами, ТМГ и ее любой участок будут уникальны и неповторимы, а любой анализ этого участка с позиции стохастического подхода будет применим только для конкретного интервала времени  $\Delta t_1$ . В другой момент времени все статистические параметры будут другими, и соответственно, мы будем получать другие результаты стохастического анализа как ТМГ, так и ТМГ (на других интервалах времени  $\Delta t_2, \Delta t_3, \dots, \Delta t_n$ ).

В целом, с позиций теории эффекта ЕЗ в биомеханике рассмотрена динамика поведения значений энтропий  $E$  для треморограмм в режиме многократных ( $N=225$ ) повторений опытов у одного испытуемого. Доказывается, почти полное совпадение по 15-ти выборкам в каждой из 15-ти серий треморограмм, что подобно детерминированному хаосу при инвариантности мер. Стрессовое воздействие (5 мин. охлаждение конечности в воде при  $t=5^{\circ}C$ ) не вызывает существенного изменения параметров энтропий  $E$  для треморограмм трёх групп испытуемых при их сравнении с исходным (спокойным) состоянием. Высказывается необходимость применения других критериев оценки холодового стресса.

Из полученных результатов значений энтропии Шеннона легко можно видеть, что изменение значений происходит в сотых или иногда в десятых долях значений. Это говорит о недостаточности использования стохастических подходов для измерения параметров сложных биосистем (*complexity*). Базовую теорему термодинамики неравновесных систем И.Р. Пригожина невозможно применить в биомеханике для оценки стрессорных реакций на охлаждение (по параметрам тремора).

Оценка стрессорных изменений по параметрам треморограмм с помощью энтропии  $E$  не даёт существенных результатов. Это означает, что теорема Гленсдорфа-Пригожина для биомеханических систем не применима, скорость изменения энтропии  $P=dE/dt=0$  при условии, что система регуляции тремора выходит из состояния равновесия (психологического гомеостаза).

### POSSIBLE ENTROPY APPROACH IN EFFECT ESKOVA-ZINCHENKO DURING COLD STRESS?

Filatov M.A.<sup>1</sup>, Gorbunov D.V.<sup>1</sup>, Shadrin G.A.<sup>1</sup>, Streltsova T.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Surgut State University. Institute of natural and technical Sciences.

Department of Biophysics and neural Cybernetics. Russia, 628400, Surgut, Lenina, 1.

Any interval *tremoroagramm* (TMG) will be unique and different. this is described in the effect *Eskova-Zinchenko* (EZ) not only for the samples TMG, but their amplitude-frequency characteristics (AFC), autocorrelation functions and fractal dimensions. In other words, TMG and any site will be unique and different, and any analysis of this stretch with the position of the stochastic approach would be applicable only for a specific time interval  $\Delta t_i$ . Statistical parameters will be different in another time, and accordingly, we will obtain other results of stochastic analysis as TMG, and TMG (at other time intervals  $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_n$ ).

According to Eskov-Zinchenko effect for biomechanics it was presented the behavior of entropy  $E$  value for one man with multi repetition of tremor registration ( $N=225$  repetition). All 15-th series such 15 repetition (registration of tremoroagramm of one man) present the stable value of  $E$  for all 225 such registration (with repetition). It is like deterministic chaos. But the stress perturbation (5 min. cooling of limb water with  $5^\circ\text{C}$  does not change the  $E$  value. Three groups of testing man do not present the distinguishes between groups without stress and after cooling of limb. So it is necessary to construed new theory for such stress (not stochastic approach).

It was results obtained values of the Shannon entropy can easily be seen that the change of values happens in hundredths or sometimes in tenths values. This shows a lack of the use of stochastic approaches for measuring parameters of complex biological systems (complexity). Basic theorem of thermodynamics of nonequilibrium systems, Prigogine I.R. cannot be applied in biomechanics for the assessment of stress reactions on cooling (in the parameters of tremor).

Assessment using Shannon entropy does not give significant results on estimating stress changes in the parameters of tremoroagramm. This means that the theorem Glansdorf-Prigogine for biomechanical systems not applicable, the rate of change of entropy  $P=dE/dt=0$  provided that the system of regulation of tremors goes out of balance (psychological homeostasis).

The theorem Glansdorf-Prigogine is not applicable for special chaotic complex biosystems description and now we need new theorem of chaos-sel-organizatoin.

### ХАОТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТРЕМОРА В ОЦЕНКЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Филатов М.А.<sup>1</sup>, Веракса А.Н.<sup>2</sup>, Поскина Т.Ю.<sup>1</sup>, Эльман К.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сургутский государственный университет, Институт естественных и технических наук, кафедра биофизики и нейрокибернетики. Россия, 628400, Сургут, пр. Ленина, д. 1.; <sup>2</sup>МГУ имени М. В. Ломоносова. 119991, Российская Федерация, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ имени М. В. Ломоносова, Россия

Около 70 лет назад Н.А. Бернштейн выступил с представлением эффекта «повторения без повторений» в изучении различных движений человека. Однако до настоящего времени проблема количественного описания характера и роли субкортикальных уровней в организации движений остаётся открытой. Любые сложные *психофизиологические динамические системы* (ПФДС) в виде систем регуляции (организации) движений являются уникальными и невоспроизводимыми точно системами.

С использованием специальных методов (*теории хаоса-самоорганизации* – ТХС) и методов традиционной статистики изучалась реакция регуляторных систем *нервно-мышечной системы* (НМС) человека на различные акустические воздействия (белый шум, ритмическая музыка, классическая музыка, хард-рок). При акустическом воздействии на слуховой анализатор и без воздействия использовался подход, основанный на анализе параметров квазиаттракторов параметров нервно-мышечной системы (постуральный тремор) при одновременной регистрации треморограмм левой и правой рук испытуемых (в условиях звукового воздействия). Это воздействие играло роль возмущающего фактора для системы регуляции тремора (и мышечной активности) через изменение психофизиологического состояния испытуемого (системы С и Д регуляции по Н.А. Бернштейну). Разработанный метод матричного анализа обеспечивает идентификацию систем с хаотической организацией, которая была продемонстрирована в настоящей работе на примере анализа треморограмм левой и правой рук испытуемых при различных акустических воздействиях.

Установлено, что любое направленное акустическое воздействие вызывает изменение в состоянии параметров НМС, об этом свидетельствуют изменения параметров квазиаттракторов, но энтропии Шеннона при этом изменяются весьма незначительно (нет статистических различий).

В целом, статистика всегда в биомеханике демонстрирует хаотический калейдоскоп статистических характеристик (*функций распределения* –  $f(x)$ , *амплитудно-частотные характеристики* – АЧХ, автокорреляционные функции –  $A(t)$  и т.д.), а параметры квазиаттракторов и матрицы парных сравнений выборок дают устойчивые различия как по моторной асимметрии (левая и правая рука у нас), так и при индивидуальной характеристики испытуемых (квазиаттракторы у каждого человека специфичны).

### CHAOTIC PARAMETERS OF TREMOR IN THE ASSESSMENT OF ACOUSTIC IMPACTS

Filatov M.A.<sup>1</sup>, Veraksa A.N.<sup>2</sup>, Poskina T.Y.<sup>1</sup>, Elman K.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Surgut state University. Institute of natural and technical Sciences. Department of Biophysics and neural Cybernetics. Russia, 628400, Surgut, Lenin Ave., 1; <sup>2</sup>Moscow state University named after M. V. Lomonosov. 119991, Russian Federation, Moscow, GSP-1, Leninskie Gory, Moscow state University named after M. V. Lomonosov

70 years ago N.A. Bernstein presented some effect of "repetition without repetition" at human movements incontinuation. But till now the problem of the effects description and the role of subcortical structure are not clear. Any complex *psycho-physiological dynamic systems* (as regulation of movement) still unit and have very primitive presentation.

Using the special methods (of chaos-self-organization theory) and methods of traditional statistics studied the reaction of the regulation systems of neuromuscular system man on various acoustic effects (white noise, rhythmic music, classical music, hard rock). For acoustic impact on the auditory analyzer an approach based on the analysis of the quasiattractors of the neuromuscular system (postural tremor), while registration of tremorograms of left and right hands of the subjects (in terms of the sound effects) was used. This influence played a role of disturbing factor for the regulation of muscle movements (and muscle activity) through a change in psycho-physiological state of the subject (the C and D N.A. Bernsteins systems of regulation). The developed method of matrix analysis provides identification of systems with chaotic organization that has been demonstrated in this paper on the example of tremorogram of left and right hands of the subjects at various acoustic effects.

It is evident that any perturbation present the changing of neuro-muscular parameters. The parameters of quasi-attractors can be change but Shannon entropy is not change statistically. At all statistics present the chaotic changing of all it's characteristics (distribution function –  $f(x)$ , the amplitude-frequency characteristics – frequency response, autocorrelation function  $A(t)$ , etc.).

The quasi-attractors parameters and matrix of pairwise comparisons demonstrates real differences in motor asymmetry (right and left hand) for every test subjects man.

The individual distinguishes are very typical for tremor parameters and it's quasiattractors present the individual characteristics of very tester man in our all biomechanical investigation.

### **ЭФФЕКТ ЕСКОВА-ЗИНЧЕНКО В ОЦЕНКЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА**

**Филатова О.Е.<sup>1</sup>, Еськов В.В.<sup>1</sup>, Гавриленко Т.В.<sup>1</sup>, Проворова О.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Сургутский государственный университет, Институт естественных и технических наук, кафедра биофизики и нейрокибернетики. Россия, 628400, Сургут, пр. Ленина, д. 1.

Исполняется 120 лет со дня рождения выдающегося российского физиолога и психолога Н.А. Бернштейна. Шестьдесят лет назад он демонстрировал эффект "повторение без повторения", который и до настоящего времени так и не изучен. Количественное описание этого эффекта в виде эффекта Еськова-Зинченко выполнено на основе построения матриц парных сравнений выборок в условиях многократных повторений регистрации движений. Результаты демонстрируют различия между произвольными (теппинг) и непроизвольными (постуральный тремор) движениями. Доказывается возможность хаотической оценки определённых различий между этими движениями. Представлены новые методы расчёта психофизиологических параметров человека на основе эффекта Еськова-Зинченко, который демонстрирует сохранение параметров квазиаттракторов и хаотического калейдоскопа статистических функций распределения  $f(x)$  получаемых выборок, спектральных плотностей сигналов и их автокорреляционных функций  $A(t)$ .

Доказывается, что в *фазовом пространстве состояний* (ФПС) повторение может проявляться в сохранении квазиаттракторов. В этом случае постоянно  $dx/dt \neq 0$  и отсутствует возможность произвольного повторения любой выборки вектора  $x(t)$ . Статистические функции распределения  $f(x)$  для таких выборок невозможно произвольно повторить, а квазиаттракторы – КА сохраняются при повторах экспериментов. Для любой  $j$ -й серии экспериментов невозможно произвольно получить равенство в виде:  $f_j(x) = f_{j+1}(x)$ , что до настоящего времени в психофизиологии (и психологии в целом) даже не проверялось. Это даёт количественную интерпретацию термина "без повторений" Н.А. Бернштейна, когда две выборки  $x(t)$  у одного и того же испытуемого, невозможно повторить произвольно два раза. Такой результат ставит под сомнение любые данные в психофизиологии, т.к. возникает глобальная неопределённость в изучении состояния психики испытуемых. При этом параметры КА остаются почти неизменными. Идентифицировано различие между произвольными и непроизвольными движениями: всегда  $k_4$  для теппинга в 4-5 раз больше, чем  $k_1$  для тремора и в этом заключается различие между хаосом произвольного движения (теппинга) и хаосом непроизвольного движения (тремора). Мы всегда имеем превышение числа пар совпадений распределений СПС теппинга в сравнение с СПС для тремора. При этом для автокорреляционных функций зависимости получаются противоположными. Это характерно для всех испытуемых при их индивидуальном испытании. Характерно и то, что эти пропорции для  $k_1$  и  $k_4$ , а также для СПС и  $A(t)$  имеют индивидуальные особенности и зависят от психического и физиологического статуса испытуемых, от их эмоционального статуса. Собственно об этом говорил и Н.А. Бернштейн, описывая четыре типа систем регуляции.

### **THE EFFECT ESKOVA-ZINCHENKO IN THE EVALUATION OF THE ORGANIZATION OF HUMAN MOVEMENTS**

**Filatova O.E.<sup>1</sup>, Eskov V.V.<sup>1</sup>, Gavrilenko T.V.<sup>1</sup>, Provorova O.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Surgut State University, Institute of natural and technical Sciences, Department of Biophysics and neural Cybernetics. Russia, 628400, Surgut, Lenina, 1.

It is 120 years since the birth of the outstanding Russian physiologist and psychologist N.A. Bernstein. Sixty years ago, he demonstrated the effect of "repetition without repetition" up to the present time has not been studied. Quantitative description of this effect in the form of effect Eskova-Zinchenko is made on the basis of the construction of matrices of pairwise comparisons of the samples under conditions of multiple repetitions of a motion. The results show differences between arbitrary (tapping) and involuntary (postural tremor) movements. It is proved the possibility of chaotic evaluation of certain differences between the two movements. Presents new methods for calculating physiological parameters of a person on the basis of the effect Eskova-Zinchenko, which demonstrates the preservation of parameters of quasi-attractors and chaotic kaleidoscope of statistical functions of

distribution  $f(x)$  of the obtained samples, the spectral densities of the signals and their autocorrelation functions  $A(t)$ .

It was proved: the repetition may be quasiattractor parameter is not change. For the case we have  $dx/dt \neq 0$  uninterrupted and any number of  $x_i$  for all state vector  $x(t)$  is not repeat. Statistical function of distribution is not repeating. For any  $i$  series in psychology we cannot demonstrate  $f_i(x) = f_{i+1}(x)$  and in psychology such equation is not investigate. It is interpretation of ferias N.A. Bernstein effect repetition without repetition for every testing man. Now it is evident that all psychological data is not deter there is global uncertainly. But the quasiattractors parameters are not change.

It was investigated distinction between voluntary and involuntary movements:  $k_d$  do tapping more than 4-5 time then  $k_t$  to tremor. The  $k_d/k_t \approx 4$  present the difference between chaos of voluntary movement (tapping) and chaos of involuntary movement (tremor). We have abivauz increasing of pare number of spectral danciry (SD) of tapping with comparion of SD for tremor. But for autocorrelation function we have vice versa.

It is typical state for all testing man but  $f(x)$ , SD and  $A(t)$  have special value for each man with his individual state of psychological or psychical state. N.A. Bernstein present four types of regulatory systems for the situation. It is evident that all such system present the chaotic dynamic of every human movements.

### **ВЛИЯНИЕ ПСИХО-ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СПОСОБНОСТИ ЛЕВШЕЙ И ПРАВШЕЙ**

**Филиппова Е.Б., Савокина О.В., Лесова Е.М.**

Учреждение Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург, Россия, filippovn@mail.ru

Исследовалась роль психо-эмоционального напряжения, связанного с пребыванием на казарменном положении в сочетании с учебной нагрузкой, на работу левого и правого полушария у левшей и правшей. Работа проводилась на курсантах 1-го курса ВМедА в сентябре-октябре и на курсантах 2-го курса в марте-апреле. Использовались тесты Айзенка, в которых задачи решались преимущественного либо левым (ЛП задачи) либо правым (ПП задачи) полушарием. Были обследованы 41 левша и 48 правшей. Динамика IQ свидетельствует, что левши оказались более устойчивыми к влиянию психо-эмоциональной нагрузки, связанной с началом учебного процесса в ВМедА по сравнению с правшами. Средние показатели IQ: у правшей 1-го курса  $IQ = 101 \pm 1,5$ , а 2-го –  $IQ = 131 \pm 3,2$ ,  $p < 0,01$ ; у левшей соответственно  $110 \pm 4,3$  и  $121 \pm 3,6$ ,  $p < 0,05$ . Левши и правши как первого, так и второго курса лучше решали ПП задачи, чем ЛП задачи. Установлены межполушарные различия влияния психоэмоциональной нагрузки у лиц с разным IQ. У испытуемых с IQ ниже 100, как правшей, так и левшей влияние психоэмоциональной нагрузки на первом курсе сказывалось негативным образом, в основном, на работе правого полушария; при уменьшении такой нагрузки на втором курсе количество решенных ПП-задач увеличивалось. У левшей с IQ выше 100 психоэмоциональная нагрузка практически не влияла на интеллектуальные способности как правого, так и левого полушария. У правшей с IQ выше 100, напротив, влияние такой нагрузки было выражено в наибольшей степени, причем в основном на левое полушарие; при уменьшении нагрузки на втором курсе число решенных ЛП-задач увеличилось почти в два раза. То есть, у курсантов с относительно низким IQ психоэмоциональная нагрузка приводит к снижению функций правого полушария, а у лиц с высоким IQ – левого. Средний IQ у левшей первого курса был выше, чем у правшей и ниже на втором курсе. Левши оказались более устойчивыми к влиянию психо-эмоциональной нагрузки, связанной с началом учебного процесса в ВМедА по сравнению с правшами. Вероятно, это обусловлено доминированием правого полушария в высшей нервной деятельности левшей. Известно, что активность именно правого полушария увеличивается при необходимости адаптации к новым условиям, а также в стрессовых ситуациях. Доля лиц с относительно низким IQ среди левшей второго курса, когда влияние психо-эмоциональной нагрузки уменьшилось, была значительно большей, чем среди правшей. По-видимому, это связано с выраженным преобладанием интеллектуальных способностей правого полушария над способностями левого. Интеллектуальные способности левого полушария страдают в большей степени, особенно у правшей. Уменьшение психо-эмоциональной нагрузки на втором курсе привело к активации левополушарных способностей, что привело к значительному увеличению IQ.

### **THE INFLUENCE OF PSYCHO-EMOTIONAL TENSION ON THE INTELLECTUAL ABILITY OF LEFT-HANDERS AND RIGHT-HANDERS**

**Filippova E.B., Savokina O.B., Lesova E.M**

Military medical Academy named by S. M. Kirov, Saint-Petersburg, Russia

The role of psycho-emotional tension associated with staying in barracks in combination with the studying load on the work of the left and right hemisphere in left-handers and right-handers is studied. The work is conducted on the students of the 1st course of the medicomilitary Academy in September-October and the students of the 2nd course in March-April. Eysenck tests are used requiring the preferential use of left (LP problem) or right (PP task) hemisphere. We examined 41 left-handers and 48 right-handers. IQ dynamics shows that left-handers are more resistant to the effects of psycho-emotional stress associated with the beginning of the educational process compared to right-handers. Average IQ is: right-handers 1-year  $IQ = 101 \pm 1.5$ . and 2nd –  $IQ = 131 \pm 3.2$ .  $p < 0.01$ ; left-handers, respectively  $110 \pm 4.3$  and  $121 \pm 3.6$ .  $p < 0.05$ . All students solve better the PP task than the LP task. Interhemispheric differences of the influence of psychoemotional load in persons with different IQ are established. The effect of psychoemotional load on the first course is affected negatively largely on the work of the right hemisphere on all subjects with an IQ below 100, while reducing the load on the second year the number of solved claims problems increased. Psychological and emotional tension does not cause any effect to the intellectual ability in left-handers with an IQ above 100. On the contrary, the influence of the load expressed to the greatest extent, mostly in the left hemisphere in the right-handers with an IQ above 100: decreases the load on the second year is increased almost twice the number of solved LP problems. That is, psychoemotional tension leads to a decrease in

the function of the right hemisphere in students with relatively low IQ, and of the left hemisphere in students with high IQ. Left-handers are more resistant to the effects of psycho-emotional stress associated with the beginning of the educational process compared to the right-handers. This is probably due to the dominance of the right hemisphere in the higher nervous activity lefties. It is known that the activity of the right hemisphere increases with the need to adapt to new conditions and in stressful situations. On the other hand, there are more people with relatively low IQ among left-handers in second year, when the influence of psycho-emotional stress decreased, than among right-handers. Apparently, this is due to a strong dominance of the intellectual abilities of the right hemisphere over the left abilities. In addition, the process of adaptation in left-handers and right-handers, evidently, affects different aspects of their intellectual activity. Intellectual abilities of the left hemisphere are affected more, especially in right-handers. Reduce psycho-emotional stress in the second year result in activation of left hemisphere abilities, which lead to a significant increase in IQ.

### **К ВОПРОСУ О ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМАХ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ** **Фомина А.С.**

Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Россия) [a\\_bogun@mail.ru](mailto:a_bogun@mail.ru)

В современных исследованиях нейробиологических основ реализации сложной мыслительной деятельности человека, актуальным является вопрос изучения структуры решения арифметических задач. Целью работы было теоретическое обоснование цикла экспериментальных работ по исследованию нейрофизиологических механизмов решения арифметических задач. Исследование (Айдаркин Фомина 2011-2013, Aydarkin Fomina 2013) было связано с поэтапным анализом решения примеров на сложение и умножение двузначных чисел. При выделении этапов использовалась парадигма двойных задач, в которой добавочная деятельность возникала при разделении решения путем отmarkания участником промежуточных этапов нажатием на кнопку. Анализировались значения времени решения, число этапов, спектральная мощность и функция когерентности диапазонов ЭЭГ, и амплитудно-временные характеристики компонентов ССП.

На основании полученных результатов показано, что при сложении используется от 1 до 4 этапов с линейной зависимостью времени решения от их числа, что связывается с ригидностью психофизиологического алгоритма. При умножении использовалось от 1 до 5 этапов с куполообразной зависимостью времени решения от их числа. При сложении увеличение загруженности рабочей памяти отражалось в количестве этапов, т.к. добавление каждого приводило к возрастанию времени решения на одинаковую величину. При умножении уровень загруженности рабочей памяти остается высоким и зависит от длительности этапов. Вовлечение произвольного внимания более выражено при умножении: показано его взаимодействие с центральным исполнительным компонентом рабочей памяти, где происходит переключение между этапами.

При анализе электрофизиологических коррелятов решения показано, что уровень общей активации коры был выше при сложении. Основная роль в формировании картины ее распределения предполагается для неспецифических структур. Локализация фокусов максимальной выраженности дельта, тета- и бета-диапазонов и перекрытие активации префронтальной и теменной областей отражало активацию фронтоталамической системы произвольного внимания, подкорковых структур, зон ментальной арифметики в теменных областях, лобно-височных областей, и рабочей памяти. Локальная активация, отражавшаяся в значениях амплитуд компонентов CNV, P300, N400, была более выражена при выполнении умножения. При ее формировании происходило вовлечение избирательного нейронного ингибирования, лобно-теменной сети ментальной арифметики, рабочей памяти и активационного когнитивного контроля.

### **TOWARDS TO THE FUNDAMENTAL MECHANISMS OF COMPLEX ARITHMETIC TASK'S SOLUTION** **Anna S. Fomina**

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia ([a\\_bogun@mail.ru](mailto:a_bogun@mail.ru))

In contemporary studies of the neurobiological bases of complex mental activity of man, relevant is the study of patterns of solving arithmetic problems. The aim of this work was the theoretical justification of the experimental cycle of works on research of the neurophysiological mechanisms of solving arithmetic problems. The study (Aydarkin Fomina, 2011-2013) was associated with the phased decision analysis examples for addition and multiplication of two-digit numbers. At selection stages was used dual task paradigm, in which the additional activity arose in the separation of solutions by mark party milestones by clicking on the button. We analyzed the time values of the solution, the number of stages of the spectral power and the coherence function ranges of the EEG and amplitude-time characteristics of the components of the MTSP.

On the basis of obtained results it is shown that when addition is used from 1 to 4 stages with linear dependence of solutions from the number that is associated with psychophysiological rigidity of the algorithm. If multiplication was used from 1 to 5 stages with a dome-shaped dependence of the solution from them. If you add the increased load of working memory is reflected in the number of stages, since the addition of each led to increase the solution time by the same amount. By multiplying the level of congestion of working memory remains high and depends on the duration of stages. The involvement of voluntary attention is more pronounced when multiplied: shows its interaction with the Central Executive component of working memory, where it switches between stages.

In the analysis of electrophysiological correlates of decision shows that the level of General activation of the cortex was higher when adding. The main role in the formation of a pattern of distribution expected for non-specific structures. Localization of the foci of maximum intensity of Delta, theta and beta ranges and the overlap of activation in the prefrontal and parietal regions reflect activation of fronto-thalamic system of voluntary attention, subcortical structures, areas of mental arithmetic in the parietal regions, and frontal-temporal areas, and working memory. Local activation, reflected in the values of the amplitudes of the components of CNV, P300, N400 was

more pronounced when performing multiplication. At its formation was the involvement of selective neural inhibition, the frontal-parietal network of mental arithmetic, working memory and cognitive control activation.

### **СПЕЦИФИКА СТАНОВЛЕНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 2,5 – 6 ЛЕТ**

**Фурдуй В.Ф., Леорда А.И., Бачу А.Я, Сула М.И.**

Институт физиологии и санокреатологии АН Молдовы, Кишинэу, Республика Молдова,  
[valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Для изучения закономерностей формирования и поддержания психического здоровья необходимо было установить особенности саногенного становления составных компонентов психического здоровья, в частности – когнитивной и коммуникативной функций в раннем постнатальном онтогенезе, что было осуществлено на основе изучения адекватности, точности отражения ребенком факторов внешней среды, событий и их связей: запоминания и воспроизведение информации, установления связей между объектами.

Следует отметить, что о саногенности развития когнитивных функций можно говорить, только начиная с 2,5-летнего возраста, когда, согласно данным Фурдуй Ф.И. и др. (1994), имеет место интенсивное умственное развитие, импринтирование эмоционально переживаемой информации, и начинают достаточно ярко проявляться различные виды долговременной памяти.

Для раннего возраста характерна моторная или двигательная память, проявляющаяся первоначально спонтанными движениями и реакциями как таковые на боль или голод, а затем, к 2-3 месяцам – ориентированными движениями в ответ на зрительные воздействия и эмоциональные переживания. Саногенное развитие и перестройка образной произвольной памяти, являющейся преобладающей в младшем дошкольном возрасте, находятся в неразрывной связи с изменениями, происходящими в процессах восприятия и мышления, основной формой которого в 2,5-4-летнем возрастном периоде является наглядно-действенная эгоцентрическая (что затрудняет определение его саногенности), тогда как для 4-6-летнего возрастного периода характерно наглядно-образное мышление.

Саногенная память формируется избирательно и, в первую очередь, на те объекты, которые представляют интерес для ребенка. Вербальная память, в отличие от образной, начинает проявляться с развитием сознания и формируется параллельно с быстрым развитием речи (ребенок осваивает до 100 новых слов ежемесячно).

Таким образом, саногенное становление компонентов когнитивной сферы психического здоровья происходит постепенно и асинхронно, а выявление особенностей психического развития детей в возрасте 2,5-6 лет может служить для целенаправленного влияния на формирование и поддержание их психического здоровья.

### **SPECIFICITY OF MENTAL HEALTH FORMATION IN INFANTS AGED 2,5 – 6 YEARS**

**Furdui V. T., Leorda A. I., Baciuc A. Ya., Sula M. I.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology of the Academy of Sciences of Moldova, Chisinau, the Republic of  
Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

To study regularities of mental health formation and maintenance, it was necessary to establish peculiarities of sanogenic formation of mental health constitutive components, in particular, cognitive and communicative functions in early postnatal ontogenesis that was carried out via the study of adequacy, accuracy of the infant's reflection of environmental factors, events and their relations: memorization and reproduction of information, ascertainment of relations between the objects.

It should be noted that it is possible to talk of sanogenicity of cognitive function development only starting from the age of 2,5 years, when, according to Furdui T. I. et al. (1994), intensive mental development, imprinting of emotionally experienced information take place and various kinds of long-term memory begin to manifest themselves quite clearly.

Of the early age characteristic is motor or locomotor memory first showing itself by spontaneous movements and such reactions as those to pain or hunger, then, by 2-3 months – by oriented movements in response to visual factors and emotional experience. Sanogenic development and the reconstruction of figurative involuntary memory, which is predominant in early preschool age, are in an inseparable connection with changes in processes of perception and thinking, the main form of which in the 2,5-4-year age period is visual-effective egocentric one (that makes determination of its sanogenicity difficult) whereas of the 4-6-year age period characteristic is visual-figurative thinking.

Sanogenic memory is formed selectively and first of all for the objects representing interest for the infant. Verbal memory, unlike figurative one, begins to manifest itself with the development of consciousness and is formed in parallel with the rapid development of speech (the infant masters up to 100 new words monthly).

Thus, sanogenic formation of components of the cognitive sphere of mental health occurs gradually and asynchronously and revealing of particular features of psychic development of infants aged 2,5-6 years may serve for the purposeful influence on the formation and the maintenance of their mental health.

### **КОНЦЕПЦИЯ ПОДБОРА НУТРИЕНТОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ**

**Фурдуй Ф.И., Шептицкий В.А., Чебан Л.Н., Сыника Е.В.**

Институт Физиологии и Санокреатологии АНМ, Кишинев, Молдова; [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Санокреатологическая система питания предусматривает подбор структурно-энергетических и саногенных нутриентов, которые бы обеспечили не только основной обмен и оперативную, профессиональную деятельность организма, но и целенаправленное формирование и поддержание

здоровья, предупреждение преждевременной деградации организма человека, учитывая возрастные периоды роста, развития и жизнедеятельности (Фурдуй Ф.И. и др., 2011, 2016).

Новые представления о важном значении пищевых факторов в осуществлении психических функций, сформированные в последнее десятилетие, раскрывают широкие перспективы для разработки методов поддержания и укрепления психического здоровья с помощью направленного подбора саногенных нутриентов. Согласно этим представлениям, нутриенты не только обеспечивают формирование генетически обусловленных структурно-энергетических и функциональных основ активности мозга, но и служат важными сигнальными молекулами в сложных сигнальных путях, включающих, в частности, нейротрофины и инсулиноподобные факторы роста, и стимулирующих процессы нейропластичности, лежащие в основе функционирования нейро-психических блоков психического здоровья.

Концепция подбора нутриентов для поддержания и повышения уровня психического здоровья базируется на целенаправленном использовании пищевых веществ, обладающих, согласно аксиоматике санокреатологии, преимущественно саногенными эффектами в отношении формирования и поддержания здоровья, в том числе, и психического, таких как омега-3-полиненасыщенные жирные кислоты (в первую очередь, докозагексаеновая, эйкозапентаеновая, арахидоновая и альфа-линоленовая), витамины группы В (особенно, фолиевая кислота, холин, В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub>), витамины Е, С, D, каротин, флавоноиды, в частности, куркумин, альфа-липовая кислота, катехины, микроэлементы с выраженными антиоксидантными свойствами (железо, селен, цинк, медь, йод и другие). Получены убедительные данные о роли этих нутриентов в формировании и поддержании нейрофизиологического, когнитивного, коммуникативного, эмоционально-чувственного компонентов психического здоровья, восстановлении нарушенных психических функций, предупреждении преждевременного их угасания, снижении риска возникновения дегенеративных изменений в мозге.

### **CONCEPTION OF SELECTION OF NUTRIENTS FOR MAINTENANCE AND ENHANCEMENT OF THE MENTAL HEALTH LEVEL**

**Furdui T.I., Septitchi V.A., Ceban L.N., Sinica E.V.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology of the Academy of Sciences of Moldova, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

The sanocreatological system of nutrition provides for selection of structural-energetic and sanogenic nutrients which would ensure not only the organism's basal metabolism and operative, professional activity but also purposeful formation and maintenance of health, prevention of the human organism's precocious degradation, taking into account age periods of growth, development and vital activity (Furdui T.I. et al., 2011, 2016).

New views of the importance of alimentary factors in realization of psychic functions formed in the course of the latest decade open broad prospects for the elaboration of mental health maintenance and strengthening methods by means of directed selection of sanogenic nutrients. According to these views, nutrients not only ensure the formation of genetically conditioned structural-energetic and functional bases of the brain's activity but also act as important signal molecules in complex signal pathways, including, in particular, neurotrophines and insulin-like growth factors, and stimulate neuroplasticity processes underlying functioning of the neuro-psychic blocks of mental health.

The conception of selection of nutrients for maintenance and enhancement of the mental health level is based on purposeful use of food substances having, according to the axiomatics of sanocreatology, predominantly sanogenic effects regarding formation and maintenance of health, including mental one, namely, omega-3-polyunsaturated fatty acids (in the first place, docosahexaenoic, eicosapentaenoic, arachidonic and alpha-linolenic one), B-group vitamins (especially, folic acid, choline, B<sub>6</sub> and B<sub>12</sub>), vitamins E, C, D, carotin, flavonoids, in particular, curcumin, alpha-lipoic acid, catechins, microelements with pronounced antioxidant properties (iron, selenium, zinc, copper, iodine and others). Some convincing data on these nutrients' role in formation and maintenance of neurophysiologic, cognitive, communicative, emotional-sensual components of mental health, recovery of disturbed psychic functions, prevention of their precocious fading, the brain's degenerative changes risk reduction have been obtained.

### **САНОГЕННОЕ СОЗНАНИЕ. ИЗУЧЕНИЕ ЭКСТЕРИОРИЗАЦИИ ЕГО ПСИХИЧЕСКОЙ ФЕНОМЕНОЛОГИИ** **Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Врабие В.Г., Глижин А.Г., Куцулаб А. М., Тросиненко А.В., Житарь Ю.Н.**

Институт физиологии и санокреатологии АН Молдовы, Кишинэу, Республика Молдова,  
[valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Дальнейшее развитие психосанокреатологии в значительной степени зависит от разработки методов определения саногенного сознания, являющегося высшим уровнем объективного восприятия и отражения действительности и детерминирующим адекватное поведение, рациональную целенаправленную и, практически, преобразовательную деятельность человека и его место в обществе.

Концепция о саногенном сознании была разработана на основе систем взглядов о психосанокреатологии, психическом здоровье и когнитивной психологии, согласно которой, оно представляет собой высший уровень психического процесса, обусловленный объективной перцепцией, адекватным и креативным постижением реальности и собственной деятельности по самореализации, самосовершенствованию, подлинной аутоидентификацией посредством генерации неискаженных ощущений и перцепций, саногенного мышления и памяти, проявляющихся в виде аутентичных представлений, понятий, суждений, аффективных и волевых действий, осознанного поведения и предвидения, сопровождаемых физиологическими реакциями, чем обеспечивается реализация психического и саногенного потенциалов, креативная и саногенная деятельность в соответствии с социальными и моральными нормами, деловое сотрудничество с другими субъектами общества,

противодействие собственным и другим намерениям, которые могут принести вред себе, обществу или природе.

В соответствии с указанной концепцией для определения конститутивных компонентов конкретных тестов по изучению саногенного сознания были выявлены основные психические признаки экстериоризации саногенного сознания, которые послужили ориентиром при разработке конкретных оперативных заданий, адресованных исследуемым субъектам, для охвата большей части психических реакций, рефлектирующих саногенность сознания.

В целях повышения уровня адекватности тестов по определению саногенности сознания, тестирование каждого их конститутивного составляющего осуществляли за счет 3-х и более оперативных заданий, результаты которых классифицировались как адекватные, относительно адекватные и неадекватные. Если 81-100% ответов на оперативные задания оценивались как адекватные, то сознание субъекта рефлектировало индивидуальный саногенный или поликомпонентный уровни психического здоровья, если же адекватные ответы были в пределах 51-80% или 50-30%, тогда сознание отражало, соответственно, психомедиальный и субмедиальный уровни психического здоровья, а в случае, когда большая часть суждений субъекта (более 69%) были неадекватными, то сознание соответствовало ретардантному уровню психического здоровья.

#### **SANOGENIC CONSCIOUSNESS. STUDY OF ITS PSYCHIC PHENOMENOLOGY EXTERIORIZATION**

**Furdui T.I., Ciochina V.K., Furdui V.T., Vrabie V.G., Glijin A.G., Cutulab A.M., Trosinenko A.V., Jitari Iu.N.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology of the Academy of Sciences of Moldova, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

The further development of psychosancroreatology to a great extent depends on the elaboration of sanogenic consciousness determination methods. This type of consciousness represents the highest level of objective perception and reflection of reality and determines adequate behavior, rational purposeful and, practically, transformative activity of the person and his place in the society.

The conception on sanogenic consciousness was elaborated on the basis of the edifices of psychosancroreatology, mental health and cognitive psychology, according to which it represents the psychic process's highest level resulting from objective perception, adequate and creative comprehension of reality and one's own activity regarding self-realization, self-perfection, from genuine autoidentification through generation of undistorted sensations and perceptions, sanogenic thinking and memory evincing themselves as authentic notions, concepts, judgments, affective and volitional actions, conscious behavior and prevision accompanied with physiological reactions that ensures realization of psychic and sanogenic potentials, creative and sanogenic activity in conformity with social and moral standards, business-like co-operation with other subjects of the society, opposing one's own and others' intentions which may harm oneself, the society or nature.

In compliance with this conception, to determine constitutive components of particular tests for sanogenic consciousness, basic psychic signs of sanogenic consciousness exteriorization which have served as a reference point for the construction of specific operative tasks addressed to the examined subjects to embrace most of psychic reactions reflecting sanogeneity of consciousness have been elicited.

To enhance the level of adequacy of tests for sanogeneity of consciousness, testing of their each constitutive component has been carried out by means of 3 and more operative tasks the results of which have been classified as adequate, relatively adequate and non-adequate. If 81-100% of responses to the operative tasks were assessed as adequate, consciousness of the subject reflected the individual sanogenic or the polycomponent level of mental health; if adequate responses were within 51-80% or 50-30%, then consciousness reflected, respectively, the psychomedial or the submedial level of mental health; in the case when most of the subject's judgments (more than 69%) were non-adequate, consciousness corresponded to the retardant level of mental health.

#### **ПСИХОСАНОКРЕАТОЛОГИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ И ПУТИ ИХ ИДЕНТИФИКАЦИИ**

**Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Глижин А.Г., Вrabie В.Г.**

Институт физиологии и санокреатологии АН Молдовы, Кишинэу, Республика Молдова,  
[valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Психическое здоровье в настоящее время изучается достаточно широко и с разных позиций: психиатрия – с точки зрения особенностей возникновения, течения и лечения психических болезней – шизофрении, эпилепсии, маниакально-депрессивного психоза, психических расстройств и др.; неврология – в плане установления проявления психических расстройств при различных неврозах, при других патологических нарушениях функционирования центральной нервной системы; психология – в плоскости способности личности интегрировать психические процессы внутренней жизни, внешние их проявления в единое целое; психосанокреатология – под углом зрения адекватности отражения мозгом внутреннего мира и внешней среды, возможности целенаправленного формирования и поддержания психического здоровья. Вместе с тем, надо признать, что на сегодняшний день не существует общепринятого представления о психическом здоровье, его феноменологии и классификации его проявления, а также о направленном его формировании.

С позиции санокреатологии, психическое здоровье представляет собой многокомпонентный субъективный феномен, предпосылкой становления которого является генетическая программа роста и развития организма, реализуемая вследствие взаимодействия эмбриона, плода с организмом матери в антенатальном периоде, новорожденного, ребенка и матери в постнатальном периоде с влиянием психосоциальной среды, в процессе ознакомления с окружающим миром и ассимиляции знаний в ходе обучения, работы и творческой деятельности. Целенаправленное формирование психического здоровья является весьма вероятным.



При условии саногенной морфофизиологической интегральной нервной системы это представляется возможным за счет создания саногенных социальных отношений, формирования потребностей (желания, стремления), ценностной ориентации, саногенных мышления, памяти, сознания, поведения, коммуникабельности, импринтирования обязательности соблюдения социальных, моральных и этических норм, способности управлять рефлексией и противостоять своим и чужим намерениям, наносящим вред себе, обществу или природе.

Учитывая, что действия и последствия каждого из указанных факторов, из-за их специфичности, имеют индивидуальный характер на саногенные характеристики субъективности, необходимо было установить их последствия на экстерииоризацию индивидуального психического здоровья.

В докладе будет представлена концепция о структурировании уровней психического здоровья и определены пути их идентификации.

### **PSYCHOSANOCREATOLOGY, CLASSIFICATION OF INDIVIDUAL LEVELS OF MENTAL HEALTH AND THE WAYS OF THEIR IDENTIFICATION**

**Furdui T.I., Ciocchina V.K., Furdui V.T., Glijin A.G., Vrabie V.G.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology of the Academy of Sciences of Moldova, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciocchina@gmail.com](mailto:valentina.ciocchina@gmail.com)

At present, mental health is studied broadly enough and from different positions: psychiatry – in the view of particular features of appearance, course and treatment of mental diseases – schizophrenia, epilepsy, manic-depressive psychosis, mental disorders etc.; neurology – in respect to establishment of mental disorders manifestation under various neuroses, under other pathological disturbances of the central nervous system's functioning; psychology – with relation to the individual's abilities to integrate psychic processes of internal life, their external displays into a whole; psychosanocreatology – from the point of view of adequacy of the brain's reflection of the internal world and the environment, possibility of purposeful formation and maintenance of mental health. At the same time, it is true that, today, a generally accepted notion on mental health, its phenomenology and classification of its manifestation as well as on its directed formation does not exist.

From the position of sanocreatology, mental health represents a multicomponent subjective phenomenon formation prerequisite of which is the genetic program of the organism's growth and development that is realized in consequence of interaction between the embryo, fetus and the organism of mother in antenatal period, the newborn child, infant and the mother in postnatal period under the influence of psychosocial medium, in the process of familiarization with outward things and assimilation of knowledge in the course of learning, working and creative activity. The purposeful formation of mental health is not improbable.

In the condition of sanogenic morphophysiological integral nervous system it seems possible by creating sanogenic social relations, formation of needs (desire, aspiration), value orientation, sanogenic thinking, memory, consciousness, behavior, interpersonal skill, imprinting of obligation of social, moral and ethic standards observance, ability to control reflection and oppose one's and others' intentions harming oneself, the society or nature.

Taking into consideration that actions and consequences of each of the above factors in the sanogenic characteristics of subjectivity, because of their specificity, have individual character, it has been necessary to establish their consequences regarding exteriorization of individual mental health.

In the report a conception on mental health levels structuring will be presented and the ways of their identification will be determined.

### **РОЛЬ КАЛЬЦИЕВЫХ КАНАЛОВ В РЕАЛИЗАЦИИ ХОЛИНЕРГИЧЕСКОЙ И ПУРИНЕРГИЧЕСКОЙ МОДУЛЯЦИИ КАЛЬЦИЕВОГО ТРАНЗИЕНТА**

**Хазиев Э.Ф.<sup>1,3</sup>, Головахина А.В.<sup>3</sup>, Бухараева Э.А.<sup>1,3</sup>, Никольский Е.Е.<sup>1,2,3</sup>, Самигуллин Д.В.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра Российской академии наук, <sup>2</sup>Казанский государственный медицинский университет, <sup>3</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, [eduard.khaziev@gmail.com](mailto:eduard.khaziev@gmail.com)

Известно, что во время активной фазы работы двигательного нервного окончания лягушки вместе с основным медиатором ацетилхолином (АХ) в синаптическую щель выделяется комедиатор аденозинтрифосфат (АТФ). В нервно-мышечных соединениях лягушки АХ вызывает не только генерацию постсинаптического потенциала, но и действует на пресинаптические ауторецепторы, модулируя процесс синаптической передачи, изменяя интенсивность выделения последующих порций медиатора. Комедиатор АТФ также модулирует синаптическую передачу, о чем свидетельствуют многочисленные исследования. Действие АХ и АТФ на параметры секреции может быть опосредовано изменением входа кальция в терминаль через потенциал-чувствительные кальциевые каналы. В данной работе изучалось действие негидролиземого аналога АХ карбахолина (КХ) и АТФ на изменение входа кальция в нервное окончание на фоне блокады N- или L-подтипа кальциевых каналов. Эксперименты выполняли на изолированном нервно-мышечном препарате *m. cutaneus pectoris* лягушек *Rana ridibunda*. Оценку относительного изменения уровня  $Ca^{2+}$  ( $Ca^{2+}$ -транзиент) производили при помощи флуоресцентного красителя Oregon Green Bapta 1. Оптическую регистрацию  $Ca^{2+}$ -транзиента осуществляли высокоскоростной камерой Neuro CCD (Redshirt Imaging). По результатам экспериментов КХ (10  $\mu$ M) уменьшал амплитуду  $Ca^{2+}$ -транзиента на  $11 \pm 1\%$  ( $n=5$ ,  $P<0,05$ ). Блокада кальциевых каналов N-типа конотоксином GVIA (300 нМ) снижала  $Ca^{2+}$ -транзиент на  $35 \pm 7\%$  ( $n=5$ ,  $P<0,05$ ). При заблокированных каналах N-типа угнетающее действие КХ отсутствовало. АТФ (100  $\mu$ M) уменьшал амплитуду  $Ca^{2+}$ -транзиента на  $9 \pm 2\%$  ( $n=13$ ,  $P<0,05$ ). Блокада кальциевых каналов L-типа нитрендипином (5  $\mu$ M) снижала  $Ca^{2+}$ -транзиент на  $12 \pm 5\%$  ( $n=13$ ,  $P<0,05$ ). При заблокированных каналах L-типа угнетающее действие АТФ снижалось до  $7 \pm 2\%$  ( $n=9$ ,  $P<0,05$ ). Полученные экспериментальные данные указывают на то, что холинотиетики участвуют в цепочке регуляции секреции квантов медиатора. Их

модулирующее действие связано с регуляцией входа кальция в нервное окончание через кальциевые каналы N типа. В свою очередь, пурины также могут вносить вклад в модуляцию секреции медиатора, регулируя вход кальция через L- или другие подтипы кальциевых каналов.

*Работа поддержана грантами: РФФИ №16-34-00817 (ХЭФ), №16-04-01051 (СДВ) и №15-04-02983 (БЭА); Президиума РАН "Механизмы интеграции молекулярных систем при реализации физиологических функций".*

### ROLE OF CALCIUM CHANNELS IN THE CHOLINERGIC AND PURINERGIC MODULATION OF CALCIUM TRANSIENT

**Khaziev E.F.<sup>1,3</sup>, Golovyahina A.V.<sup>3</sup>, Bukharaeva E.A.<sup>1,3</sup>, Nikolsky E.E.<sup>1,2,3</sup>, Samigullin D.V.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, <sup>2</sup>Kazan State Medical University, <sup>3</sup>Kazan (Volga Region) Federal University

It is known that during the active phase of functioning of frog motor nerve ending the secretion of main neurotransmitter acetylcholine (ACh) into synaptic cleft is accompanied by the release of co-mediator adenosine triphosphate (ATP). In addition to postsynaptic potential generation, ACh molecules activate the presynaptic autoreceptors thereby modulating the process of synaptic transmission by changing the intensity of secretion of subsequent quanta of neurotransmitter. Co-mediator ATP modulates parameters of synaptic transmission as well. The action of ACh and ATP on secretion parameters can be mediated by changes in calcium entry in the nerve ending through voltage-sensitive calcium channels. To test this hypothesis, experiments were conducted aimed to study effects of nonhydrolyzed ACh analogue carbachol (CCh) and ATP on calcium entry in the nerve ending on the background of the blockade of the N- or L-subtype of calcium channels. The experiments were performed on isolated nerve-muscle preparation m. cutaneus pectoris of frogs *Rana ridibunda*. Estimation of the relative change in the level of Ca<sup>2+</sup> (Ca<sup>2+</sup>-transient) was performed using fluorescent dye Oregon Green Bapta 1. Optical recording of Ca<sup>2+</sup>-transient using high-speed camera Neuro CCD (Redshirt Imaging) was performed. According to results of these experiments, CCh (10 μM) decreased the amplitude of Ca<sup>2+</sup>-transient by 11±1% (n=5, P<0.05). Blockade of N-type calcium channels by conotoxin GVIA (300 nM) decreased the Ca<sup>2+</sup>-transient by 35±7% (n=5, P<0.05). Blockade of N-type calcium channels eliminated the inhibitory effect of CCh. ATP (100 μM) reduced the amplitude of Ca<sup>2+</sup>-transient by 9±2% (n=13, P<0.05). The blockade of L-type calcium channels by nitrendipine (5 μM) decreased the Ca<sup>2+</sup>-transient by 12±5% (n=13, P<0.05). When the L-type channels were blocked the inhibitory effect of ATP decreased to 7±2% (n=9, P<0.05). The experimental data indicate that cholinomimetics are involved in the regulation of secretion of neurotransmitter quanta. Their modulating effect is due to the regulation of calcium entry into the nerve ending through calcium channels of N-type. In turn, the purines can contribute to the modulation of neurotransmitter secretion regulating calcium entry through L- or other calcium channel subtypes.

*This work was supported by grants: RFBR №16-34-00817 (KhEF), №16-04-01051 (SDV) and №15-04-02983 (BEA); RAS Presidium "Mechanisms for integration of molecular systems at realization of physiological functions."*

### ЭВОЛЮЦИЯ МОЗГА И НЕЙРОГЕНЕТИКА. ПРИНЦИПЫ МУЗЫКАЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ Хазина Людмила Викторовна

Москва. Профессор кафедры ИПК ФМБА России. hazina@inbox.ru

Каждый человек на всех этапах общественного развития ощущает себя как единое, гармоничное и, в очень большой степени, самодостаточное целое, позволяющее ему как микрокосмосу функционировать, взаимодействия с окружающей средой. Осознать реальный мир как нечто единое с человеческой природой – главная тенденция развития человеческой культуры в сфере религии, философии, науки и искусства. Для интегрального согласования в биологических системах актуальных событий, имеющих временную протяженность, в целях реципрокного и последовательного взаимодействия с внешними синхронизаторами имеются «хрономы» – генетически запрограммированные и выработанные эволюционно структуры, самопроизвольно поддерживающие разночастотные ритмы, определяющие адаптивные реакции организма. РЕЗОНАНС (от франц.- звучу в ответ, откликаюсь) в широком смысле означает возрастание отклика колебательной системы на периодическое внешнее воздействие при сближении частоты последнего с одной из частот собственных колебаний системы. При этом несущую комплексного информационного сигнала создаёт собственным музыкальный тон, а в качестве огибающей выступают интервалы. Неокортекс эволюционно развивался как надстройка над органами чувств с целью увеличения скорости обработки получаемой информации и ёмкости памяти. Нейрон способен образовывать 10<sup>3</sup>-10<sup>5</sup> связей с другими нейронами. Способность головного мозга распространять практически любое возбуждение на все структуры за счёт нейрональных связей определяет мультипликативную функциональность нервной системы. Природная индивидуальная специфичность человека проявляется в одарённости развития отдельных аналитических систем – острота зрения и ёмкость зрительной памяти, абсолютный слух, обоняние, различие в подвижности, выносливости, быстроте реакции или координации движений. В институте по изучению мозга (ФРГ) на препаратах выявилась очевидная количественная специфическая связь между неокортексом и наличием таланта. Так, у музыканта с абсолютным слухом слой 4 в первичной слуховой коре (извилины Гершля) был почти в 2 раза толще, чем у обычного человека. Индивидуальные вариации развития слухового поля являются основой для индивидуальной способности воспринимать, хранить и генерировать слуховую информацию.

Эти данные говорят о принципах индивидуальной организации мозга в психической деятельности, а творческие способности имеют конкретный морфологический субстрат.

Неокортекс эволюционно развивался как надстройка над органами чувств с целью увеличения скорости обработки получаемой информации и ёмкости памяти. Нейрон способен образовывать 10<sup>3</sup>-10<sup>5</sup> связей с другими нейронами. Способность головного мозга распространять практически любое

возбуждение на все структуры за счёт нейрональных связей определяет мультипликативную функциональность нервной системы. В головном мозге принято различать 3 тесно интегрированных блока. Первый блок мозга – архаичные центры вкуса и вестибулярного аппарата, утратившие у приматов свои первичные функции и играющие роль центров видовой памяти. Коллективное бессознательное, неизвестное индивиду и содержащее в себе аккумулированный опыт прошлых поколений, включая и животных предков. Коллективное бессознательное содержит в себе универсальный эволюционный опыт и составляет основу личности человека. Важно отметить, что опыт, находящийся в коллективном бессознательном, является действительно бессознательным. Мы не можем осознать его, каким-либо образом вспомнить, как это возможно с содержанием личного бессознательного. Коллективное бессознательное транслируется от поколения к поколению через структуры мозга и играет важнейшую роль в жизнедеятельности общества и личности. Лимбические структуры мозга, входящие в этот блок участвуют в регуляции различных эмоциональных состояний, прежде всего сравнительно элементарных (базальных) эмоций (страха, удовольствия, гнева и др.). Этот блок мозга воспринимает и перерабатывает различную interoцептивную информацию о состояниях внутренней среды организма и регулирует эти состояния с помощью нейрогуморальных, биохимических механизмов. дает возможность сохранения известного напряжения (тонуса), необходимого для нормальной работы высших отделов коры головного мозга. Второй блок мозга (включающий задние отделы обоих полушарий – теменные, височные и затылочные отделы коры) является сложнейшим устройством, обеспечивающим получение, переработку и хранение информации, поступающей через осязательные, слуховые и зрительные приборы, определяет выбор стратегии повседневного поведения, не требующего продолжительного планирования. Третий блок мозга, занимающий передние отделы полушарий, в первую очередь лобные доли мозга, является аппаратом, который обеспечивает программирование движений и действий, регуляцию протекающих активных процессов в условиях конкуренции, управляет иерархические отношения и сличает эффект действий с исходными намерениями. **Именно лобная кора интенсивно эволюционирует у человека.** Наиболее существенным является однако, тот факт, что любое поражение во множественных citoархитектонически различных полях ассоциативных зон, эволюционирующих относительно независимо, нарушает сознательную деятельность особым, специфическим образом, так что распады функциональных систем, возникающие в результате снижения тонуса коры, сопровождающиеся нарушениями модально-специфических форм обработки информации или в результате нарушения цикличности регулярной деятельности, резко отличаются друг от друга.

Феномен нейроэволюции мозга, предмет исследования генетики и молекулярной биологии. Эволюционно структура ДНК обнаружила высокую помехоустойчивость. Из 64 кодонов молекулы ДНК возможно астрономическое число комбинаций-  $10^{89}$ . Для создания и функциональной состоятельности любого из наших органов используется от 3х до 7% всех генов, а для создания мозга и реализации его функций – более половины генов из состава генома. Для получения энергии в виде молекул АТФ нейроны используют 20% всего потребляемого организмом кислорода крови и глюкозу – как источник питания, т.е. максимально активирован митохондриальный аэробный цикл. обеспечивающий электрогенез – функциональное выражение ионного обмена, продукцию нейрого르몬ов, синтез РНК, особенно развитую активность, связанную с процессами возбуждения, обучения и памяти. Современные представления о молекулярно-биологических механизмах обучения и памяти строятся на положениях о кратковременной и долговременной формах хранения информации в мозге. Формирование мотивированного нового опыта требует экспрессии генов мозга, новых молекул РНК, новых аминокислот. При этом в геноме нейронов резко активируются гены транскрипционных факторов – непосредственные ранние гены (НРГ), кодирующие транскрипционные факторы и запускающие реакции матричного синтеза информационной РНК с матрицы ДНК на рибосомы. Паттерны распределения клеток, экспрессирующих ранние гены, имеют генерализованный характер и охватывают обширные районы мозга. Конкретная топография экспрессии определяется характером воздействия и задачами обучения. Аналогичные механизмы включаются при запуске клеточных циклов гистогенеза первые 8 недель, на ранних стадиях дифференциации клеток и тканей в эмбриогенезе. Синтезированные на рибосомах белковые молекулы вызывают в геноме клетки вторую волну возбуждения – экспрессируются гены позднего ответа, каскадно в процесс консолидации памяти вовлекаются нейронные связи межсистемных согласований, реализуется процесс, характерный для индукции этапов системогенеза в фетальном периоде развития плода. Экспрессия НРГ во взрослом онтогенезе регулирует обучение с рождения и может сохраняться в течении всей жизни. Механизм константности форм и размера (Раушенбах Б.В.1980), которым оперирует сознание в психологии восприятия и отражения реальности, практически мгновенно перебирает все возможные варианты согласования корково-подкорковых алгоритмов, на формирование которых глубочайшее влияние оказывает жизненный

## BRAIN EVOLUTION AND NEUROGENETICS. PRINCIPLES OF MUSICAL THINKING

Lyudmila V. Hazina

Moscow, Professor, Advanced Training Institute, Russian Federal Medical and Biological Agency. hazina@inbox.ru

Each human being feels like a single, harmonious and, to a major extent, self-sufficient unity through all the stages of social development. This feeling helps him or her function as a microcosm and interact with the environment. Perceiving the real world as a unity with the human nature is a key tendency of the human development in the fields of religion, philosophy, science and art. For the purpose of reciprocal and sequential interaction with external synchronizers, actual events, which have a duration in time, are coordinated and integrated in the biological systems with the help of 'chronomes', genetically preprogrammed structures that have developed in the course of evolution and spontaneously support multi-frequency rhythms defining adaptive reactions of the body. Resonance (*from French 'responding sound'*) means, in the broadest sense, a growing response of the oscillatory system to a regular external impact when the frequency of the latter approaches one of the oscillatory system frequencies. The carrier wave of the complex information signal is formed by the musical

tone while intervals act as the envelope. The neocortex has evolved as a superstructure of sense organs to accelerate the information processing and memory capacity. Each neuron is capable of forming  $10^3-10^5$  connections with other neurons. Multiplying functionality of the nervous system is determined by the ability of the human brain to transmit almost any excitation to all the structures through neuron connections. Natural, individual specific features of a human manifest themselves in the development of certain analytical systems, such as sharp sight, good visual memory, absolute pitch, olfaction, coordination, and differences in mobility, strain and reaction speed. The Institute for Brain Research (Germany) has identified a specific, quantitative dependency of a talent on the neocortex. For example, the fourth layer of their primary auditory cortex (Heschl gyrus) of musicians with the absolute pitch is 2 times thicker than that of ordinary people. Individual variations of the acoustic area predetermine the individual ability to receive, store and generate acoustic information.

This speaks for the role of individual brain structures in the mental activity and proves that talents have a specific morphological substrate.

The neocortex has evolved as a superstructure of sense organs to accelerate the information processing and memory capacity. Each neuron is capable of forming  $10^3-10^5$  connections with other neurons. Multiplying functionality of the nervous system is determined by the ability of the human brain to transmit almost any excitation to all the structures through neuron connections. The brain is deemed to have 3 closely integrated blocks. The first brain block includes archaic gustatory centers and vestibular apparatus, which have lost their original functions in the Primates and assumed the role of species memory centers. The collective unconscious, unknown to an individual, consists of accumulated experience of previous generations, including animal predecessors. The collective unconscious contains universal evolutionary experience and lays a foundation for the human personality. It should be noted that the experience, which forms a part of the collective unconscious, is really unconscious and, unlike the personal unconscious, can be neither realized nor recollected. The collective unconscious is translated from one generation to another through brain structures and plays the most important role in the social life of an individual. Limbic brain structures in this block take part in controlling different emotional states, mostly elementary (basal) emotions (fear, anger, pleasure, etc.). This block receives and processes different interoceptive information about inner states and controls these states through neurohumoral, biochemical mechanisms, enables to maintain certain strain (remain toned) as required for the normal functioning of the cerebral cortex. The second block (dorsal parts of the both cerebral hemispheres – parietal, temporal and cervical parts of the cortex) is a complex structure that receives, processes and stores information coming from tactile, auditory and visual sensory organs. This block defines the daily behavioral strategy that requires no long-term planning. The third brain block (anterior parts of the hemispheres, primarily frontal lobes) is a structure that encodes movements and actions, regular processes active in competitive conditions, and sets a hierarchy of actions and intentions and controls the compliance of actions with original intentions. **It is the frontal cortex that evolves fastest in humans.** The most significant is the fact that any damage to multiple discrete fields of the association areas, which evolve relatively independently, disturbs the conscious activity in a specific way so that the functional system disintegration (resulting from a lower cortical tone accompanied by failures in the information processing modes or from cycle failures of regular activities) comes in a variety of different forms.

The neuroevolution of the brain is a subject of genetics and molecular biology. In terms of evolution, the DNA structures have demonstrated strong immunity resistance – 64 DNA codons can form an astronomical number of combinations ( $10^{89}$ ). Only 3% to 7% of all genes are used to create any human organ and make it function. The brain and its functions need more than a half of all genes in our genome. Neurons use 20% of all oxygen in blood to receive energy in the form of ATP molecules and glucose as a source of nutrition (the mitochondrial aerobic cycle activated to the maximum extent and providing electrogenesis, a functional expression of ion exchange, production of neurohormones, RNA synthesis and excitation, learning and memory related activities). Modern ideas of molecular and biological mechanisms of learning and memory are based on the principles of short-term and long-term storage of information in the brain. The formation of new, motivated experience requires an expression of brain genes, new RNA molecules and new amino acids. Simultaneously, TCF genes are activated in the neuron genome. These are direct early genes that encode transcription factors and initiate the matrix synthesis of information RNA from the DNA matrix on ribosomes. The distribution patterns of cells expressing early genes have a general nature and involve vast cervical areas. The specific topography of gene expression depends on the impact and learning goals. Similar mechanisms are activated during the histogenesis within the first 8 weeks, at early stages of cellular and tissues differentiation in the embryogenesis. Protein molecules synthesized on the ribosomes cause the second wave of excitation in the cell's genome – late genes are expressed and the memory consolidation process involves cascades of neuron connections between systems. In other words, the process is similar to the systemogenesis in the fetal period. The early gene expression in the ontogeny regulates the process of learning and can be retained throughout the human life. The cognitive mechanism of form and size constancy (B.V. Raushenbakh, 1980) almost simultaneously goes through all possible variants of coordination between cortical and subcortical algorithms formed under the strong influence of life experience.

## **ВЛИЯНИЕ ДЕЗИНФОРМАЦИИ И ДОМЫСЛИВАНИЯ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЛОЖНЫХ ВОСПОМИНАНИЙ**

**А.Р. Халитова, И.В. Григорьев, Ю.В. Куликов**

Кафедра нормальной физиологии, Новосибирский Государственный Медицинский Университет,  
Новосибирск, ул. Красный проспект 52, Россия, [ilyag2@yandex.ru](mailto:ilyag2@yandex.ru), [khalitova96@inbox.ru](mailto:khalitova96@inbox.ru)

Актуальность исследования: Эффект ложных воспоминаний является важным, так как мы сталкиваемся с ним в повседневной жизни. Это может быть необходимо для исследований медицинского, социального, психологического характера, а также для верификации полученных данных.

Целью данного исследования является фиксирование и анализ физиологических изменений человека (в норме), на ложные воспоминания, а также влияние дезинформации на возникновение ложных воспоминаний.

Задачи: изучить научную литературу по теме; разработать методику исследования; провести серию опытов с контролем; получить и изучить закономерности данного феномена.

Материалы и методы: при проведении работы мы пользовались такими методами, как: эксперимент, научное исследование и анализ. Появление физиологических изменений на дезинформацию оценивали по частотному спектру голоса, ЧСС, ЧДД и внешним эмоциональным проявлениям.

Исследование проводилось в три этапа. На первом этапе мы записали данные ЧДД (в состоянии покоя); ЧСС, внешние эмоциональные проявления и частотный спектр голоса (при ответах на вопросы анкеты). Второй этап проводился через неделю, где испытуемым даётся лже-вопрос с лже-ответом, который отличается эмоциональной окраской от общей картины ответов. На данном этапе также фиксируются все физиологические показатели человека и эмоциональные. Третий этап заключался в сравнении и анализе полученных показателей.

Результаты: Создана анкета с нейтральной эмоциональной окраской, для проведения первого этапа, которая позволяет зафиксировать физиологические показатели в покое.

Перед вторым этапом был разработан лже-вопрос, на основе полученных данных испытуемых, который позволяет нам методом дезинформации создать у испытуемого ложные воспоминания и зафиксировать физиологические показатели во время этого процесса. Небольшое отличие эмоциональной окраски лже-вопроса от общей эмоциональной картины позволяет нам добиться наиболее сильного эффекта в смене физиологических показателей.

Вывод: На основе полученных данных показано, что на формирование феномена ложных воспоминаний эффективно действует метод дезинформации, домисливания, а также личное эмоциональное отношение к ситуации. При попытке испытуемым вспомнить лже-воспоминание мы наблюдали увеличение ЧДД, учащение пульса изменение частотного спектра голоса и внешние эмоциональные проявления. Они выражались в покачивании ногой, поднесении рук к лицу (рту), покачивании (подёргивании) рукой, жестом руки в "замок".

### **СТРЕСС РЕАКЦИЯ У ВАХТОВЫХ РАБОТНИКОВ ПРИ РЕЗКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ В АРКТИКЕ В ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА**

<sup>1,2</sup>Хаснулин В.И.

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины, г. Новосибирск; <sup>2</sup>Сибирский институт управления, филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Новосибирск

Глобальное изменение климата особенно влияет на метеоусловия Арктики. В свою очередь эти изменения сказываются на самочувствии людей. Особенно страдают от резких перемен погоды люди, работающие вахтовым методом. Обследование 72 вахтовых рабочих (возраст 20-56 лет) в поселке Ямбург показало, что суточные изменения атмосферного давления от 4 до 6 мм.рт.ст. и от 7 до 12 мм.рт.ст. вызывают увеличение психоэмоционального стресса по сравнению с небольшими колебаниями атмосферного давления от 1 до 3 мм.рт.ст. соответственно на 41% и 47%. Увеличиваются: степень десинхроноза на 33,3% и на 133%; снижается физическая на 5,7% и на 13,3% и умственная работоспособность на 4,8% и на 13,2%. Наши исследования показали, что среди вахтовых рабочих в Арктике с увеличением северного стажа идет отбор людей с вечерним хронотипом. Среди обследованных оказалось 68% таких работников. У них, по сравнению с людьми с утренним хронотипом, уровень психоэмоционального стресса был ниже на 24,7%; выше на 6,8% – умственная работоспособность; была ниже в крови концентрация: – на 15,7% холестерина, на 3,7% -глюкозы, на 13,2% – липопротеидов низкой плотности, на 3,3% – кортизола. При значимых изменениях атмосферного давления в сочетании с резкой сменой температуры воздуха или геомагнитными возмущениями зависимость повышения артериального давления у обследованных от суточной амплитуды атмосферного давления резко увеличивается ( $r=0,533$  при  $p=0,051$ ).

### **ROTATIONAL WORKERS STRESS REACTIONS IN THE ARCTIC ABRUPT ATMOSPHERIC PRESSURE CHANGES DURING THE GLOBAL CLIMATE CHANGE**

<sup>1,2</sup>Hasnulin V.I.

<sup>1</sup>FSBI Research Institute of Therapy and Preventive Medicine SB RAMS, Novosibirsk; <sup>2</sup>Siberian Institute of Management, branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Novosibirsk

Global climatic changes particularly affect the Arctic weather conditions. In turn, these changes affect the people health. Those of them who work in shifts are particularly vulnerable to sudden weather changes. The examination of 72 rotational workers (20-56 years old) in the town of Yamburg showed that atmospheric pressure daily changes between 4 and 6 mmHg and 7 to 12 mmHg causes an increase in emotional stress as compared with small variation in atmospheric pressure from 1 to 3 mmHg by 41.1 and 47.0 % respectively, the degree of desynchronosis rises by 33.3 and 133.0 %; physical reduce and mental capacity by 5.7 and 13.3, and by 4.8% and 13.2 %, respectively. Our studies show that among Arctic shift workers the selection of people with an 'evening' chronotype proceeds as the time of living in the North increases. There is 68% of these workers among surveyed occurred. Compared to people with the 'morning' chronotype, their emotional stress levels were lower by 24.7 %; mental capacity was higher by 6.8 %; as well as lower blood concentrations of cholesterol (by 15.7 %), glucose (by 3.7 %), low density lipoproteins (by 13.2 %) and cortisol (by 3.3 %). Under the conditions of significant changes in atmospheric pressure combined with a sharp change in air temperature or geomagnetic disturbances the dependence of increase in blood pressure on the daily amplitude of atmospheric pressure increases sharply ( $r = 0.533$  at  $p = 0.051$ ).

## ДНК-ДИАГНОСТИКА НАСЛЕДСТВЕННЫХ МОТОРНО-СЕНСОРНЫХ НЕЙРОПАТИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Хидиятова И.М.<sup>1,3</sup>, Сайфуллина Е.В.<sup>2</sup>, Багаутдинова Э.Г.<sup>1</sup>, Шавалиева В.<sup>3</sup>, Магжанов Р.В.<sup>2</sup>, Хуснутдинова Э.К.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН, г. Уфа, Россия; <sup>2</sup> Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, г.Уфа, Россия; <sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный университет», г.Уфа, Россия; e-mail: imkhid@mail.ru

Наследственные моторно-сенсорные нейропатии (НМСН) – клинически и генетически гетерогенная группа заболеваний периферической нервной системы. В основе болезни лежат дегенеративные изменения миелиновой оболочки или аксонов двигательных и чувствительных волокон периферических нервов и спинномозговых корешков. В настоящее время картировано более 70 генных локусов НМСН, идентифицировано 35 генов, ответственных за развитие данного заболевания. Распространенность всех форм НМСН в разных популяциях мира различна, составляет от 10 до 40:100000 населения, однако в различных регионах и этнических группах частота заболевания, а также распространенность его отдельных генетических форм, спектр и частота мутаций в ответственных генах сильно варьируют. В связи с этим изучение эпидемиологии и молекулярно-генетических основ НМСН в различных популяциях является актуальной проблемой.

В Республике Башкортостан (РБ) распространенность НМСН составляет 10.3 на 100000 населения. У 329 больных из 170 неродственных семей был проведен анализ семи генов – *PMP22* (периферического белка миелина), *MPZ* (структурного белка миелина), *GJB1* (коннексина 32), *EGR2* (фактора раннего роста), *MFN2* (митофузина 2-го типа), *GDAP1* (ганглиозид индуцированного белка 1, ассоциированного с дифференцировкой) и *NEFL* (гена легкой цепи нейрофиламентов), мутации в которых, согласно данным литературы, являются наиболее частыми причинами развития заболевания. В результате данного исследования генетическая причина развития НМСН была установлена, примерно, в 52% неродственных семей. Обнаружен ряд новых, ранее не описанных мутаций, установлены гено-фенотипические корреляции. Выявлены региональные и этнические особенности спектра и частот мутаций в исследованных генах. На основе полученных результатов разработан алгоритм ДНК-диагностики НМСН, оптимальный для населения исследованного региона. Созданы формализованная карта и национальный компьютерный регистр по НМСН, внедренные в практику ряда медицинских учреждений республики, что значительно повышает эффективность медико-генетического консультирования семей пациентов, обеспечивают эффективный мониторинг и профилактику данной патологии в регионе.

## DNA DIAGNOSTICS OF HEREDITARY MOTOR AND SENSORY NEUROPATHIES IN BASHKORTOSTAN REPUBLIC

Khidiyatova I.M.<sup>1,3</sup>, Saifullina E.V.<sup>2</sup>, Bagautdinova E.G.<sup>1</sup>, Shavaliyeva V.<sup>3</sup>, Magzhanov R.V.<sup>2</sup>, Khusnutdinova E.K.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Biochemistry and Genetics, Ufa Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia; <sup>2</sup>Bashkir State Medical University, Ufa, Russia; Bashkir State University, Ufa, Russia; e-mail: imkhid@mail.ru

Hereditary motor and sensory neuropathy (HMSN) – a clinically and genetically heterogeneous group of diseases of the peripheral nervous system. The disease is caused by degenerative changes in myelin sheath and axons of motor and sensory fibers of peripheral nerves and spinal roots. Currently, more than 70 HMSN gene loci were mapped, and 35 genes responsible for the disease development were identified. The prevalence of all HMSN forms in different populations of the world is different, ranging from 10 to 40: 100,000 people, but in different regions and ethnic groups the frequency of the disease, and the prevalence of certain genetic forms, its spectrum and frequency of mutations in important genes are highly variable, that's why the study of the epidemiology and molecular-genetic basis of HMSN in different populations is an urgent problem.

In the Republic of Bashkortostan (RB) HMSN prevalence is 10.3 per 100,000 population.

Analysis of seven genes – *PMP22* (peripheral myelin protein 22), *MPZ* (myelin protein zero), *GJB1* (connexin 32), *EGR2* (early growth response 2), *MFN2* (mitofuzin type 2), *GDAP1* (ganglioside 1 induced protein associated with differentiation) and *NEFL* (neurofilament, light polypeptide), mutations in which are the most frequent causes of the disease was conducted in 329 patients from 170 unrelated families. As a result of this study the genetic cause of HMSN development was established in approximately 52% of unrelated families. We discovered several new, previously undescribed mutations, established genotype-phenotype correlations and identified regional and ethnic peculiarities of the spectrum and frequency of mutations in the genes studied. On the basis of these results the algorithm of DNA diagnostics of HMSN, optimal for the region was developed.

Besides, a formalized map and national computer register of HMSN was created and put into practice in a number of medical institutions of the Republic, that greatly improves the efficiency of medical and genetic counseling of families of HMSN patients and provides effective monitoring and prevention of the pathology in the region.

## ОСЦИЛЛЯТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ГАНГЛИЕВ МОЛЛЮСКА

Хлудова Л.К.

Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия [Khludova@yandex.ru](mailto:Khludova@yandex.ru)

Почти 100 лет тому назад начались исследования суммарной электрической активности мозга человека и животных, до настоящего времени этот метод остается одним из важнейших для изучения психических функций. Новейший этап развития электроэнцефалографических исследований начался в 90-

годы в связи с появлением методических возможностей регистрации и анализа низкоамплитудных ритмов, в частности высокочастотного гамма-ритма. Показано его участие в процессах внимания, восприятия, выполнении двигательных реакций и семантических операций, а также в процессе сознания. Высокочастотная электрическая активность представлена не только у человека и высших животных, но и у беспозвоночных животных.

При изучении ритмической активности песнекерных нейронов таламуса животных показано, что медленная альфа-активность в них определяется низкопороговыми ионными каналами  $Ca^{2+}$ , расположенными на соме нейронов, а высокочастотная гамма-активность связана с активацией высокопороговых ионных  $Ca^{2+}$  каналов на дендритах (Llinas, 1997). Значительная часть нейронов ганглиев виноградной улитки обладает эндогенным пейсмейкерным механизмом генерации потенциалов действия, который может обеспечивать их генерацию в широком диапазоне частот, в том числе альфа – и гамма – осцилляции. В опытах на полуинтактном препарате виноградной улитки была зарегистрирована суммарная электрическая активность от разных участков париеальных ганглиев с помощью стеклянных микроэлектродов. Фоновая электрическая активность ганглиев моллюска представлена частотами в диапазоне от 0,3 до 35 гц. Высокочастотная активность была зарегистрирована в абдоминальном ганглии и представлена группами ПД с изменяющейся амплитудой а также колебаниями в диапазоне от 0,5 до 7Гц. В париеальных ганглиях наблюдались осцилляции от сверхмедленных 0,2 до высокочастотных 35 (55) Гц. В плевральном ганглии также присутствовала высокочастотная активность ПД 20 – 40 Гц с изменяющейся амплитудой и короткими интервалами между ними. При одновременной регистрации фоновой активности от двух ганглиев наблюдались разные совпадающие по фазе медленные осцилляции 2 Гц и 5 Гц, либо 0,4 Гц и 6 Гц и другие сочетания. При тактильных раздражениях мантии происходила кратковременная депрессия (0,5 с) осцилляций и последующее восстановление активности. Пейсмейкерная активность нейронов моллюска не только способна обеспечить ритмическую активность в широком диапазоне, но и обладая пластичностью по отношению к сенсорным сигналам, может служить моделью для изучения молекулярных механизмов осцилляторной активности мозга.

### OSCILLATORY ACTIVITY OF MOLLUSK GANGLIA

Khludova L.K.

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, [Khludova@yandex.ru](mailto:Khludova@yandex.ru)

Almost 100 years ago, the study of the total electrical activity of the brain of humans and animals began. Until now, this method still remains one of the most important for the study of mental functions. The latest stage of development of electroencephalographic studies began in the 90s with the advent of methodological possibilities of registration and analysis of low-amplitude rhythms, in particular a high-frequency gamma rhythm. Its participation in the processes of attention, perception, performance of motor reactions and semantic operations, as well as in the process of consciousness is observed. High-frequency electrical activity is presented not only in humans and higher animals, but also in invertebrate animals.

The study of the rhythmic activity of pacemaker neurons of the thalamus of animals demonstrates that slow alpha activity in them is determined by low-threshold ion channels

$Ca^{2+}$ , located on the soma of neurons, and high-frequency gamma activity is associated with the activation of high-threshold ion  $Ca^{2+}$  channels on dendrites (Llinas, 1997). A significant part of ganglion neurons of an grape snail has an endogenous pacemaker mechanism of action potential generation, which can provide their generation in a wide range of frequencies, including alpha and gamma oscillations. In experiments on semi-intact preparation of an grape snail, the total electrical activity from different parts of the parietal ganglia using glass microelectrodes was registered. Background electrical activity of mollusk ganglia is represented by frequencies in the range of 0,3 to 35 Hz. High-frequency activity was registered in the abdominal ganglion and represented by action potential groups with varying amplitude and fluctuations in the range of 0,5 to 7 Hz. The parietal ganglia demonstrated oscillations of super slow 0,2 to high-frequency 35 (55) Hz. The pleural ganglia also demonstrated high-frequency activity of action potential of 20 – 40 Hz with varying amplitude and short intervals between them. In case of registration of background activity of two ganglia, different in-phase slow oscillations of 2 Hz and 5 Hz or 0,4 Hz and 6 Hz and other combinations were observed. In case of tactile stimulations of the pallium, there was a brief depression (0,5 s) of oscillations and subsequent recovery of activity. The neuronal pacemaker activity of a mollusk is not only capable of providing rhythmic activity in a wide range, but possessing ductility relative to the sensor signals, it may serve as a model for the study of molecular mechanisms of oscillatory activity of the brain.

### ОЦЕНКА МИЕЛИНИЗАЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА МЫШЕЙ С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕЙ МРТ И ГИСТОЛОГИЧЕСКОГО ОКРАШИВАНИЯ

Ходанович М.Ю.<sup>1</sup>, Сорокина И.В.<sup>2</sup>, Глазачева В.Ю.<sup>1</sup>, Крutenкова Е.П.<sup>1</sup>, Накесбекова А.С.<sup>1</sup>,  
Акулов А.Е.<sup>1,3</sup>, Толстикова Т.Г.<sup>2</sup>, Ярных В.Л.<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия; <sup>2</sup>НИИ органической химии им. Н.Н.Ворожцова, Томск, Россия; <sup>3</sup>НИИ цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия; <sup>4</sup>Университет Вашингтона, Сизл, США; [khodanovich@mail.tsu.ru](mailto:khodanovich@mail.tsu.ru)

Настоящее исследование было направлено на валидацию недавно предложенного метода количественной оценки содержания миелина *in vivo* с помощью картирования макромолекулярной фракции (MPF) (V.L.Yarnykh, 2012) на модели вызванной купризом демиелинизации мозга.

Эксперимент проведен на 14 половозрелых мышях-самцах линии C57Bl/6j весом 20-25 г. Животные группы «Демиелинизация» (n=7) получали купризон с питьем (0.3% раствор) в течение 8 недель для получения устойчивой демиелинизации головного мозга, контрольная группа (n=7) получала стандартный корм и питье в течение всего эксперимента. На 9 неделе было проведено сканирование головного мозга мышей на магнитно-резонансном томографе (Bruker «BioSpec 117/16USR») с напряженностью магнитного

поля 11.7 Тл по протоколу быстрого картирования MPF (V.L.Yarnykh, 2012). После сканирования срезы мозга были окрашены гистологически на LFB (Luxol Fast Blue) для детекции липидов миеллина. Проведена оценка параметра MPF и интенсивности окраски LFB для следующих мозговых регионов: corpus callosum, anterior commissure, internal capsule, thalamus, caudoputamen и cortex.

Животные, получавшие купризон, показали стойкую демиелинизацию во всех исследуемых структурах мозга как по параметру MPF ( $p < 0.05$ ), так и по интенсивности окрашивания на LFB ( $p < 0.05$ ). Установлены сильные корреляционные связи между параметром MPF и содержанием миеллина, выявляемым по LFB, как для группы контроля ( $r = 0.92$ ,  $p = 0.009$ ), так и для группы животных с демиелинизацией ( $r = 0.95$ ;  $p = 0.003$ ).

Таким образом, впервые на большой выборке животных с использованием купризонной модели демиелинизации мозга показано, что параметр MPF имеет более чем 90% корреляцию с гистологически измеренным содержанием миеллина в анатомических структурах мозга. Проведенное гистологическое исследование обеспечивает надежную валидацию неинвазивного картирования MPF и подтверждает высокую точность метода при оценке миелинизации мозга.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ, проект 14-45-00040.*

Литература

1. Yarnykh V.L. Magn Reson Med 2012;68:166

#### **ASSESSMENT OF MURINE BRAIN MYELINATION WITH HIGH-RESOLUTION MRI AND HISTOLOGY**

**Khodanovich M.Yu.<sup>1</sup>, Sorokina I.V.<sup>2</sup>, Glazacheva V.Yu.<sup>1</sup>, Krutenkova E.P.<sup>1</sup>, Nakesbekova E.S.<sup>1</sup>,**

**Akulov A.E.<sup>1,3</sup>, Tolstikova T.G.<sup>2</sup>, Yarnykh V.L.<sup>1,4</sup>.**

<sup>1</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation; <sup>2</sup>Institute of Organic Chemistry SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation; <sup>3</sup>Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation; <sup>4</sup>University of Washington, Seattle, WA, United States; khodanovich@mail.tsu.ru

Present study aimed to validate recently proposed method of quantitative in vivo assessment of myelin content using macromolecular fraction mapping (MPF) (V.L.Yarnykh, 2012) on the model of cuprizone-induced brain demyelination.

14 adult male C57Bl/6j mice weighting 20-25 g were used in the experiment. The animals of "demyelination" group (n=7) received cuprizone with potable water (0.3% solution) during 8 weeks for stable brain demyelination, the control group (n=7) received standard crow and drink during the experiment. At the 9<sup>th</sup> week mice were examined on a 11.7 T small animal scanner (Bruker «BioSpec 117/16USR») using fast MPF mapping protocol (V.L.Yarnykh, 2012). After scanning the brain sections were stained histologically using LFB (Luxol Fast Blue) for myelin detection. MPF parameter and LFB staining intensity were estimated for the following brain regions: corpus callosum, anterior commissure, internal capsule, thalamus, caudoputamen, and cortex.

Cuprizone-treated animals showed stable demyelination in all explored structures both in MPF parameter ( $p < 0.05$ ) and LFB staining intensity ( $p < 0.05$ ). It was revealed strong correlations between MPF parameter and myelin content that was estimated using LFB staining, both for the control group ( $r = 0.92$ ,  $p = 0.009$ ) and for the group with cuprizone-induced demyelination ( $r = 0.95$ ;  $p = 0.003$ ).

Therefore, it is the first study with the large sample size which demonstrated that MPF parameter has more than 90% correlation with quantitative histology of myelin content in the cuprizone model of demyelination. The histological study ensures reliable validation of non-invasive MPF mapping and confirms high accuracy of this method for quantitative assessment of brain myelination.

*The study was supported by Russian Science Foundation, project 14-45-00040.*

References

1. Yarnykh V.L. Magn Reson Med 2012;68:166

#### **ЭКСПРЕССИЯ GABA, GABA-A И GABA-B В Böttinger complex У КРЫС В РАННИЙ ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД В НОРМЕ И ПРИ ПРЕНАТАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ СЕРОТОНИНА**

**Хожай Л.И.<sup>1</sup>, Ильичева Н.В.<sup>2</sup>**

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; 2. ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный технологический институт, Россия ; [astarta0505@mail.ru](mailto:astarta0505@mail.ru)

В состав бульбарного дыхательного центра, входит Böttinger complex, выполняющий важную специфическую роль в формировании нормального респираторного ритма и инспираторного паттерна, его нейроны имеют не только спинномозговые и медуллярные аксональные проекции, но и являются источником моносинаптического торможения как диафрагмальных мотонейронов, так и инспираторных нейронов вентролатеральной части ядра солитарного тракта и нейронов ретроамбуигуального ядра. Исследование показало, что в Böttinger complex в первую постнатальную неделю имеет место высокая экспрессия GABA, низкая плотность сети GABAергических терминалей и синапсов. В течение второй недели происходит резкое снижение числа нейронов, экспрессирующих GABA, а к концу третьей недели в нейропиле значительно увеличивается плотность сети GABAергических терминалей и синапсов. Пренатальный дефицит серотонина приводит к нарушению формирования сети терминалей. Наблюдения показали, что в Böttinger complex на ранних постнатальных сроках (к П5) присутствуют оба типа рецепторов, однако динамика развития рецепторных сетей GABA-A и GABA-B в ранний постнатальный период существенно отличается. В первую постнатальную неделю одновременно с GABA имеет место высокая экспрессия GABA-A и GABA-B рецепторов. В течение второй (GABA-A) и к концу третьей (GABA-B) недели увеличивается плотность сети терминалей и синапсов, содержащих как GABA-A, так и GABA-B рецепторы. Установлено, что пренатальный дефицит серотонина оказывает влияние на состояние тормозной GABAергической рецепторной системы в ранний постнатальный период: недостаточность



серотонина приводит к задержке экспрессии GABA-A рецептора нейронами ядра, нарушению формирования сети терминалей и синаптических структур, содержащих как GABA-A, так и GABA-B рецепторы.

Учитывая важную роль Böttinger complex в контроле респираторного цикла, изменения в его тормозной системе в ранний постнатальный период могут приводить к нарушению респираторной функции, а также играть существенную роль в возникновении синдрома внезапной детской смерти.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 15-04-02167*

### **EXPRESSION GABA, GABA-A AND GABA-B IN Böttinger complex AT RATS IN THE EARLY POSTNATAL PERIOD IN NORM AND AT PRENATAL DEFICIENCY OF THE SEROTONIN**

**Khozhai L.I.<sup>1</sup>, Ilyicheva N.V.<sup>2</sup>**

1. Federal state budgetary establishment of a science Institute of physiology of I.P.Pavlova of the Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg, Russia; 2. Federal state budgetary establishment of a science Institute of Cytology of the Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg, Russia; [astarta0505@mail.ru](mailto:astarta0505@mail.ru)

In structure of a bulbar respiratory centre, enters Böttinger complex, carrying out the important specific role in formation of a normal respiratory rhythm and an inspiratory pattern, its neurones have not only spinal and medullary axonal projections, but also are a source monosynaptic inhibitions both phrenic motoneurons, and inspiratory neurones ventrolateral parts of a nucleus of a solitary tract and neurones retroambiguus nucleus. Research has shown that in Botzinger complex in the first postnatal week high expression GABA, low density of network GABAergic terminals and synapses takes place. Within the second week there is a sharp decrease of number of the neurones expressing GABA, and to the extremity of the third week in neuropil the density of network GABAergic terminals and synapses is considerably enlarged. Prenatal deficiency of a serotonin leads to disturbance of formation of a network terminals. Observations have shown that in Botzinger complex on early postnatal terms (to P5) there are both types of receptors, however dynamics of development of receptor networks GABA-A and GABA-B in the early postnatal period is essential differs. In the first postnatal week simultaneously with GABA high expression GABA-A and GABA-B receptors takes place. During the second (GABA-A) and to the extremity of the third (GABA-B) weeks the network density terminals and the synapses, containing both GABA-A and GABA-B receptors, is enlarged. It is established that prenatal deficiency of a serotonin influences a state inhibitory GABAergic receptor system in the early postnatal period: deficiency of a serotonin leads to a delay of expression GABA-A of a receptor nucleus neurones, to disturbance of formation of a network terminals and the synaptic structures, containing both GABA-A, and GABA-B receptors.

Considering the important role Böttinger complex in the control of a respiratory cycle, changes in its inhibitory system in the early postnatal period can lead to disturbance of respiratory function, and also play an essential role in occurrence of sudden infant death syndrome.

### **РОЛЬ МЕЖСЕНСОРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РЕАЛИЗАЦИИ ИДЕОМОТОРНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОСТУРАЛЬНЫХ ЗАДАЧ**

**Холмогорова Н.В.<sup>1</sup>, Семенова Е.С.<sup>1</sup>, Левик Ю.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Московский педагогический государственный университет», Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия; [natalya\\_holmogor@mail.ru](mailto:natalya_holmogor@mail.ru)

Исследовали влияние зрительных и проприоцептивных входных сигналов и моторной памяти на идеомоторное движение центра давления (ЦД) человека в условиях ортоградной позы. В исследовании приняли участие 12 студентов в возрасте 18 – 22 лет, не занимающихся спортом. Регистрацию и анализ параметров смещения ЦД осуществляли с помощью компьютерного стабилоанализатора с биологической обратной связью «Стабилан-01-3». Обследование включало 3 серии экспериментов. Каждая серия состояла из трех этапов: изучения траектории заданного движения (этап однократного обучения), воспроизведения траектории заданного движения по памяти и идеомоторного движения ЦД по изученной траектории. В первой серии, на этапе обучения, траектория смещения ЦД обследуемого задавалась с помощью движения маркера, рисующего на экране треугольник. Во второй – ЦД человека, стоящего с закрытыми глазами, пассивно перемещали по заданной треугольной траектории. В третьей серии на этапе обучения создавалась ситуация сенсорного конфликта: человек стоял с открытыми глазами в призматических очках, создающих лево-правую инверсию зрительного пространства, а его ЦД пассивно перемещали по заданной треугольной траектории. На втором и третьем этапе проведенных исследований глаза обследуемых были закрыты. О точности воспроизведения смещения ЦД по заданной треугольной траектории судили по отклонению координат X и Y вершин и центра треугольника, описываемых ЦД обследуемого на этапе обучения, и по площади треугольников, описываемых ЦД человека на каждом этапе исследования.

По результатам 2 этапа исследования были выделены учащиеся с преобладанием проприоцептивной и зрительно-моторной памяти. Сенсорный конфликт у студентов с выраженной проприоцептивной памятью улучшал воспроизведение измерения площади треугольника ( $p < 0,1$ ) и координат X и Y центра треугольника, описываемого ЦД человека по памяти относительно их значений, полученных при пассивном смещении его ЦД ( $p_x < 0,5$ ;  $p_y < 0,5$ ) и увеличивал площадь треугольника, описываемого при мысленным смещении ЦД обследуемого в 2- 2,5 раза ( $p < 0,1$ ). У учащихся с преобладанием зрительно-моторной памяти воспроизведение заданной траектории движения ухудшалось и идеомоторное смещение ЦД на фоне сенсорного конфликта уменьшалось.

*Работа частично поддержана грантом РФФИ 14-04-00950*

## THE ROLE OF INTERSENSORY INTERACTIONS IN THE IMPLEMENTATION OF IDEOMOTOR SPATIALLY ORIENTED TASKS

Kholmogorova NV<sup>1</sup>, Semenova ES<sup>1</sup>, Levik YS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Educational Institution "Moscow Pedagogical State University"

<sup>2</sup>Federal State Institution of Science "Kharkevich Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences", Moscow, Russia, natalya\_holmogor@mail.ru

The effect of visual and proprioceptive inputs and motor memory on the ideomotor movement of the center of pressure (CP) of humans in orthograde posture was studied. The study involved 12 students, aged 18 – 22 years, not involved in sports. Registration and analysis of CP displacement parameters was carried out by computer stabiloanalyzer "Stabilan-01-3" with biofeedback. The study included three series of experiments. Each series consisted of three stages: the familiarization with the trajectory of a specified movement (one stage learning), the reproducing of the memorized path, and ideomotor movement of CP along memorized trajectory. In the first series, during the training phase, the trajectory of the subject's CP was set via the cursor movement, drawing a triangle on the screen. In the second – CP of a subject standing with eyes closed, was passively moved along a predetermined triangular path. In the third series at the stage of learning the situation of sensory conflict was created: man standing with open eyes in prismatic glasses, creating a left-right inversion of the visual space, and its CP was passively moved along a predetermined triangular path. On the second and third stage of the study subjects stand with eyes closed. The accuracy of the reproduction of CP motion along specified triangular trajectory was evaluated by deviation of X and Y coordinates of the vertices and the center of the triangle described by the CP of the subject during the training phase, and by the areas of triangles, described by CP of subject at each stage of the study.

According to the results of phase 2 studies students with a predominance of proprioceptive or visual-motor memory were identified. Sensory conflict in students with prevailing proprioceptive memory improved reproduction of the area of the triangle ( $p < 0,1$ ) and the X and Y coordinates of the center of the triangle described by the subject's CP relative to values obtained during the passive displacement of its CP ( $P_x < 0.5$ ;  $P_y < 0.5$ ) and increased the area of the triangle, which was described during a mental movement of CP surveyed in 2- 2.5 times ( $p < 0,1$ ). In subjects with a predominance of visual-motor memory during sensory conflict reproduction of the desired path of movement worsened and ideomotor CP displacement decreased.

*This work was partially supported by grant RFBR 14-04-00950.*

## ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ЗАДАННОГО РИТМА ДЕТЬМИ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗЬЮ (пилотное исследование)

Хорсева Н.И.<sup>1,2</sup>, Аль-Курди О.Р.<sup>3</sup>, Максимова Н.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН) Институт биохимической физики им. Н.М.Эмануэля РАН Москва, Россия; <sup>2</sup> ФГБУН Институт космических исследований РАН, Москва, Россия sheridan1957@mail.ru; <sup>3</sup> Муниципальное автономное образовательное учреждение Лицей 17, городской округ Химки, Московская область, Россия, nadezhda0705@yandex.ru

Исследование воспроизведения заданного ритма проведена с помощью компьютерной программы «Метроном». В эксперименте участвовали 23 учащихся 10-летнего возраста. Полученные результаты сравнивались с ранее полученными данными 20 учащихся того же возраста, (контрольная группа – «исторический контроль»), которые не пользовались мобильными телефонами.

Учащемуся предлагалось нажимать клавишу на клавиатуре компьютера в такт задаваемому звуковому сигналу (10 нажатий), затем подача звукового сигнала прекращалась и он должен был в заданном темпе нажимать клавишу в течение 30 секунд. В эксперименте использовались 3 ритма с разной частотой подачи звукового сигнала: 1000 мс, 750 мс и 1500 мс. Далее вычислялось среднее время реакции ( $T_{cp}$ ) и уровень стабильности выполнения теста (S) отдельно при звуковом сопровождении ритма (первые 10 нажатий –  $T_{cp1}$ ;  $S_1$ ) и при отсутствии задающего ритма (после отключения звукового сигнала –  $T_{cp2}$ ;  $S_2$ )

Установлены следующие закономерности:

- для учащихся контрольной группы изменение  $T_{cp1}/T_{cp2}$  для ритмов 1000 мс, 750 мс и 1500 мс: 1054,4мс/1047,8мс; 738,7мс/738,7мс; 1485,4мс/1507,7мс соответственно;  $S_1/S_2$  для ритма 1000 мс и 750 мс: 70,0мс/75,1мс; для ритма 1500 мс: 94,5мс/71,6мс.

- для учащихся тестовой группы изменение  $T_{cp1}/T_{cp2}$  для ритмов 1000 мс, 750 мс и 1500 мс: 1177,4мс/1155,1мс; 934,1/921,2мс; 1670,5мс/1658,2мс; а  $S_1/S_2$  – 439,7мс/138,7мс; 336,0 мс/89,3мс; 478,8/202,6 мс соответственно.

Показано, что воспроизведение заданного ритма детей-пользователей мобильной связью отличаются от показателей детей контрольной группы: показатели  $T_{cp}$  и S, были ниже для учащихся тестовой группы, особенно для воспроизведения быстрого ритма (750 мс). Особенности динамики изменений показателей «время реакции» и «стабильность выполнения теста» у детей-пользователей мобильной связью (в частности, значительная разница показателей  $S_1$  и  $S_2$ ) требуют дополнительного анализа и исследования.

## REPRODUCTION OF SPECIFIED RHYTHMS CHILDREN-USERS OF MOBILE PHONE (pilot study)

Khorseva N.I.<sup>1,2</sup>, Al'-Kurdi O.R.<sup>3</sup>, Maksimova N.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Federal state budgetary establishment of science (FGBUN) the institute of biochemical physics im. N.M.Emanuela RAN Russian Academy of Science Moscow, Russia; <sup>2</sup>Federal state budgetary institution of the science "Space Research Institute of Russian Academy of Sciences", Moscow, Russia; sheridan1957@mail.ru;

<sup>3</sup>Municipal autonomous educational institution Lyceum 17, Borough Khimki, Moscow Region, Russia  
nadezhda0705@yandex.ru

Research of reproduction of specified rhythms performed using the computer program "Metronome." The experiment involved 23 children 10 years of age. The results were compared with previous data of 20 children of the same age (control group – "historical control"), who did not use mobile phones.

The children were asked to press a key on the keyboard to the beat audio signal (10 clicks), then beeping stopped, and they should be reproduction of specified rhythms for 30 seconds. The experiment used 3 rhythm with different frequency beeping 1000 ms, 750 ms and 1500 ms.

Next, calculate the average response time ( $T_{at}$ ) and the level of stability of the test (S) separately when fed audio signal specified of rhythm (the first 10 signals –  $T_{at1}$ ;  $S_1$ ) and in the absence of a rhythm (after switching off the audio signal –  $T_{atr2}$ ;  $S_2$ )

Installed the following laws:

- changes of  $T_{at1}/T_{atr2}$  specified rhythms of 1000 ms, 750 ms and 1500 ms for children in the control group were: 1054,4ms / 1047,8ms; 738,7ms / 738,7ms; 1485,4ms / 1507,7ms respectively;  $S_1 / S_2$  for the rhythm 1000 ms and 750 ms: 70,0ms / 75,1ms; rhythm for 1500 ms: 94,5ms / 71,6ms.

- changes of  $T_{at1}/T_{atr2}$  specified rhythms of 1000 ms, 750 ms and 1500 ms for children in the test group were: 1177,4ms / 1155,1ms; 934.1 / 921,2ms; 1670,5ms / 1658,2ms; and  $S_1 / S_2$  – 439,7ms / 138,7ms; 336.0 ms / 89,3ms; 478.8 / 202.6 ms, respectively

It is shown that the reproduction of specified rhythms children – users of mobile phone are different from that of the control group: indicators  $T_{at}$ , and S, were lower for children in the test group, particularly reproduction of specified rhythms of 750 ms.

Features of the dynamics of the indicator "reaction time" and "the stability of the test" at the children- users of mobile phone (in particular, a significant difference of indicators  $S_1$  and  $S_2$ ) require further analysis and research.

### **ВОЗДЕЙСТВИЕ КОСМОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ ЧЕЛОВЕКА: ВОПРОСЫ ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛОНГИТУДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ** Хорсева Н.И.<sup>1,2</sup>, Григорьев П.Е.<sup>3</sup>, Килесса Г.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН) Институт биохимической физики им. Н.М.Эмануэля РАН Москва, Россия; <sup>2</sup>ФГБУН Институт космических исследований РАН, Москва, Россия sheridan1957@mail.ru; <sup>3</sup>Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Медицинская академия имени С.И. Георгиевского, Симферополь, Россия; medfi@mail.ru; <sup>4</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» Симферополь, Россия; kilessa@gmail.com

Оценка чувствительности центральной нервной системы к космофизическим факторам (в частности к геомагнитным возмущениям – ГМВ ) была проведена с помощью комплекса психофизиологических показателей (ПФП) в том числе простых слухо- и зрительно-моторных реакций, оценки устойчивости произвольного внимания, смысловой и механической памяти. Были проанализированы психофизиологические показатели 589 респондентов в возрасте 18 – 58 лет, проживающих в 47 городах мира (основная часть на территории России и Украины); длительность ежедневных измерений от 2-3 недель до 3,5 лет (в обработке результатов использовался метод наложения эпох). Регистрация показателей ранее была проведена с помощью программных продуктов, реализованных на веб-сайте [www.umon.org.ua](http://www.umon.org.ua), а в дальнейшем и по настоящее время – с помощью расширенной версии – LUM «Локальный универсальный мониторинг». Все методики и среднегрупповые нормы, используемые в данных программных продуктах, валидизированы с помощью профессионального оборудования – автоматизированного рабочего места психофизиолога.

Анализ полученных данных показал, что при обработке данных изменений ПФП в период ГМВ необходимо учитывать не только сам факт геофизического события, но и его периодичность за анализируемый период времени. Например, нами установлено, что характер изменения ПФП различается, если одно ГМВ отстоит от другого ГМВ более чем на 7 суток по сравнению с теми изменениями, если периодичность ГМВ уменьшалась до 2-3 суток. Кроме того, анализ изменений показателей в группе должны осуществляться с учетом индивидуальных ПФП респондентов. В частности, выделять в отдельную группу лиц, которые имеют показатели ниже возрастных границ (низкое время реакции на световой и звуковой сигнал, медленное выполнение задание и пр.)

### **IMPACT OF COSMOPHYSICAL FACTORS ON CENTRAL NERVOUS SYSTEM: QUESTIONS OF REPRODUCIBILITY OF LONGITUDIAL STUDY RESULTS** Khorseva N.I.<sup>1,2</sup>, Grigoriev P.E.<sup>3</sup>, Kilessa G.V.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Federal state budgetary institution of Russian Academy of Sciences Institute of biochemical physics named after N. M. Emanuel, Moscow; <sup>2</sup>Federal state budgetary institution of science Space Research Institute of Russian Academy of Sciences", Moscow, Russia sheridan1957@mail.ru; <sup>3</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Crimean Federal University VI Vernadsky" Simferopol, Russia, mhnty@yandex.ru; <sup>4</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Crimean Federal University VI Vernadsky" Simferopol, Russia, kilessa@gmail.com

Evaluation of the sensitivity of the central nervous system to cosmophysical factors (in particular, to geomagnetic disturbances – GMD) was carried out using a number of psychophysiological indicators (PFI) including simple auditory and visual-motor reactions, assessments of the sustainability of voluntary attention, semantic and mechanical memory. Psychophysiological indicators were analyzed on 589 respondents aged 18 – 58 years of living in 47 cities of the world (mostly in Russia and Ukraine); the duration of daily measurements varied from 2-3 weeks to 3.5 years (in the processing of the results a method of superposed epoch was used). Registration of PFI was previously conducted with the help of software products from website [www.umon.org.ua](http://www.umon.org.ua)

and then – using the extended version – LUM “Local universal monitoring”. All procedures and normative values used in these software products, validated by professional equipment – automated workstation of psychophysiologicalist.

Analysis of the data showed that changes in data processing of PFI during GMD is necessary to consider not only the fact of geophysical events, but its frequency in the analyzed period.

For example, we found that the behavior of the PFI is different if one GMD is separated from the other by more than 7 days, compared with PFI changes if the GMD repeated each 2-3 days. In addition, the analysis of changes of PFI in the group of test subjects should take into account the individual respondents' PFI. In particular, it is necessary to consider as a separate group the people who have PFI lower than age limits (low response time to light and sound signal, the slow implementation of the task, and so on.)

### **ОСОБЕННОСТИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА И ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАЦИЕНТОВ С ПАТОЛОГИЕЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Хоч Н.С.<sup>1</sup>, Катаева Н.Г.<sup>1</sup>, Отмахов В.И.<sup>2</sup>, Анжина О.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Сибирский государственный медицинский университет, <sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия, [nhoch@yandex.ru](mailto:nhoch@yandex.ru); [nadi51@yandex.ru](mailto:nadi51@yandex.ru)

В последние годы проведены исследования, доказывающие существенную роль в развитии патологии нервной системы нарушений микроэлементного статуса организма (Кудрин, Громова, 2006; Новикова с соавт., 2010 и др.). В частности, выявлена специфика изменений микроэлементного состава волос у пациентов, перенесших инсульт с коморбидными депрессивными расстройствами и когнитивными нарушениями (Катаева с соавт., 2015). Кроме того, установлена зависимость эмоционального функционирования и психологической стрессоустойчивости от метаболизма эссенциальных микроэлементов Fe, Cu, Mn, Zn и других (Великжанина, 1998).

Цель данного исследования – выявление взаимосвязей между микроэлементным статусом и психологическими особенностями пациентов с патологией периферической нервной системы (ППНС). Методом атомно-эмиссионной спектроскопии определялось содержание микро- и макроэлементов в волосах 30 здоровых женщин и мужчин и 30 пациентов с ППНС. Психологические характеристики определялись с использованием русскоязычных вариантов SF-36, Toronto Alexithymia Scale (TAS), Теста жизнестойкости (Hardiness Survey) и ОФДСИ В.М. Русалова.

Исследовались концентрации 16 микроэлементов: Ag, Al, B, Ba, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Si, Ti, V, Zn. Содержание большинства микроэлементов в пробах волос участников контрольной и экспериментальной групп находилось в пределах нормы и достоверно не различалось. Только концентрации Cu и Fe у экспериментальной группы оказались выше, а Ca – ниже, чем в контрольной группе. Показатели по шкале алекситимии были равно низкими у большинства здоровых участников исследования и пациентов с ППНС, в отличие от пациентов с поражением ЦНС. Для обеих групп участников нашего исследования были характерны высокие показатели психологической жизнестойкости и общей активности и адаптивности ОФДСИ. Для группы пациентов с ППНС были обнаружены достоверно более низкие значения только двух шкал ОФДСИ (скорости психомоторной и скорости коммуникативной), а также пяти шкал SF-36, которые оценивали качество жизни, связанное с физическим здоровьем (физическое функционирование, ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием, интенсивность боли, ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием и общее состояние здоровья). Интересно отметить найденные негативные корреляционные связи между концентрацией Cu и группой показателей (скорость коммуникативная ОФДСИ, физическое функционирование, ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием SF-36); уровнем Fe и значениями TAS, концентрацией Zn и значениями шкалы принятие риска Теста жизнестойкости.

### **FEATURES OF THE MICROELEMENT STATUS AND PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PATIENTS WITH PATHOLOGY OF THE PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM**

**N.S. Hoch<sup>1</sup>, N.G. Kataeva<sup>1</sup>, V.I. Otmakhov<sup>2</sup>, O.A. Anzhina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Siberian State Medical University, <sup>2</sup>National research of Tomsk State University, Tomsk, Russia.  
[nhoch@yandex.ru](mailto:nhoch@yandex.ru); [nadi51@yandex.ru](mailto:nadi51@yandex.ru)

The purpose of this study was to identify the relationships between microelement status and psychological features of patients with pathology of the peripheral nervous system (PPNS).

The method of atomic emission spectrometry determined the content of microelements in hair 30 healthy women and men and 30 patients with PPNS. Psychological characteristics were determined using SF-36, the Toronto Alexithymia Scale (TAS), Hardiness Survey of S. Maddi and Questionnaire formal-dynamic properties of V. M. Rusalov (QFDP).

Investigated the concentrations of 16 microelements: Ag, Al, B, Ba, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Si, Ti, V, Zn. The content of most trace elements in hair samples of participants in control and experimental groups was within normal limits and did not significantly differ. Only the concentrations of Cu and Fe in experimental group was higher and Ca concentration lower than in the control group.

The indicators on the scale of alexithymia were equally low in healthy participants and patients with PPNS, unlike patients with lesions of the Central nervous system. Both groups were characterized by high levels of psychological Hardiness and overall activity and adaptability of QFDP.

Low communication and psychomotor speed (scale QFDP) and Low values of the five scales associated with physical health (SF-36) were identified for patients with PPNS.

It is interesting to note a negative correlation was found between the Cu concentration and the group of indicators (communication speed of QFDP, physical functioning, role functioning due to physical condition of SF-36); the level of Fe and the values of TAS; the Zn concentration and the values of the scale risk-taking of Hardiness Survey.

## ВЗАИМОСВЯЗИ СТИЛЕЙ УЧЕБНОЙ И НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ С ОСОБЕННОСТЯМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПСИХИЧЕСКОЙ АСИММЕТРИИ

Хоч Н.С.<sup>1</sup>, Якубович А.В.<sup>2</sup>, Каштанова Т.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный медицинский университет, <sup>2</sup>Управление образования администрации  
Томского района Томской области, Томск, Россия, [nhoch@yandex.ru](mailto:nhoch@yandex.ru)

Конкурентоспособные системы высшего профессионального образования должны иметь спектр когнитивно-технологических возможностей, обеспечивающих индивидуально-ориентированные образовательные условия, соответствующие психофизиологическим и личностным характеристикам студентов.

Задача исследования – изучение взаимосвязей стилей учебной и научной деятельности обучающихся с особенностями функциональной психической асимметрии. В исследовании участвовали 76 успешных студентов 3 – 5 курсов медицинского университета, систематически занимавшихся научной деятельностью. Изучались характеристики: средняя академическая успеваемость, формы научной активности (по преимущественному соответствию одной из трёх категорий: теоретическая, практическая, теоретико-практическая), предпочитаемые стили обучения, особенности познавательной активности (по динамическим, эмоционально-волевым и когнитивным показателям). Использованы диагностические приёмы и методики: структурированная беседа, экспертная оценка, психологические опросники для определения стиля обучения и мышления П. Торранса с соавторами (2005), для определения типов мышления и креативности (Ильин Е.П., 2004), для выявления соотношения двух сигнальных систем Б. Кадырова (Ильин Е.П., 2004).

Результаты диагностики по методике Б. Кадырова продемонстрировали хорошие и высокие уровни аналитико-синтетической деятельности всех участников исследования: суммарные производные показатели не превышали 180 баллов из 285, причем суммы показателей каждой сигнальной системы не превышали 100 баллов. Коэффициенты сигнальности (КС) находились в интервале от -11 до +15 и распределились так: у 22 человек (29%) КС был выше +3, что свидетельствовало о разной степени преобладания активности функций первой сигнальной системы (шкалы «активность», «эмоциональность», «образная память» и «воображение»), в 40% КС был меньше -3, что указывало на преобладающую активность функций второй сигнальной системы (шкалы «саморегуляция», «воля», «аналитическое мышление»). В 31% случаев (24 человека) КС находился в интервале от -3 до +3, что свидетельствовало об относительной равной активности двух сигнальных систем. Сопоставление матриц корреляции динамических, эмоционально-волевых и когнитивных показателей и результатов структурированной беседы и методики П. Торранса в трех группах участников исследования показало, что предпочтения в характере научной деятельности обусловлены во многом особенностями системной организации познавательной активности обучающихся с разными профилями психической функциональной асимметрии. Так, обучающиеся первой группы предпочитали иметь дело с теорией и гипотезами нового предмета, второй группы – работать над задачами последовательно, отдавая предпочтения практически важным темам. Студенты третьей группы совмещали теоретические и практически ориентированные исследования.

## CORRELATION BETWEEN STYLES OF EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC ACTIVITIES OF STUDENTS AND FEATURES OF FUNCTIONAL ASYMMETRY

N.S. Hoch<sup>1</sup>, A.V. Yakubovich<sup>2</sup>, T.V. Kashtanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Siberian State Medical University, <sup>2</sup>Department of Education of Tomsk district Administration, Tomsk, Russia.  
[nhoch@yandex.ru](mailto:nhoch@yandex.ru)

The goal of this research is to study the correlation of styles used to conduct educational and scientific activities of students with the features of functional asymmetry. Seventy-six successful medical students of 3-5 years of study who systematically engaged in scientific activities participated in the study. We studied the following characteristics: average academic performance, forms of scientific activity (theoretical, practical, theoretical and practical), preferred learning styles, and features of cognitive activity (dynamic, emotional and volitional and cognitive performance). The following diagnostic methods and techniques were utilized: structured interview and expert assessment, questionnaires to determine the style of learning and thinking (P. Torrance et al (2005)), the types of thinking and creativity (E. Ilyin, 2004), and the ratio of two signal systems of B. Kadyrov (E. Ilyin, 2004).

Diagnostic results by the method of B. Kadyrov demonstrated good and high levels of analytical and synthetic mental activities of all participants in the study: the total derivatives indices did not exceed 180 points out of 285, with the amount of each indicator signal system did not exceed 100 points. The coefficients of the signal (CS) were in the range from -11 to +15 and were distributed as follows: in 22 people (29%) the CS was higher than the CS 3, indicating varying degrees of prevalence of active functions of the first signaling system. In 40%, CS was less than -3, indicating that the predominant activity of the functions of the second signal system. In 31% of cases (24 people) CS is in the range from -3 to +3, indicating the relative activity equal to both signal systems. Comparison of the contents of the correlation matrix of the parameters of cognitive activity and the results of structured interviews and techniques (P. Torrance) in the three groups of study participants showed that the preferences of scientific activity is largely due to the peculiarities of the system organization of cognitive activity of students with different mental profiles of functional asymmetry. So, the first group of students preferred to deal with the theories and hypotheses of a new object, while the second group preferred to work on the tasks sequentially, giving preference to practically important topics. Students of the third group combined both theoretical and practice-oriented research.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВАРИАЦИОННОЙ ПУЛЬСОМЕТРИИ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА  
УСПЕШНОСТИ АДАПТАЦИИ ИНОСТРАННЫХ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА  
МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Хренкова В.В., Абакумова Л.В., Рогинская А.А., Гафиятуллина Г.Ш.**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской  
Федерации, Ростов-на-Дону, Россия; [vvkhrenkova@gmail.com](mailto:vvkhrenkova@gmail.com)

Целью настоящей работы явилась оценка успешности адаптации иностранных обучающихся подготовительного факультета по показателям variability сердечного ритма. В начале учебного года обследовано 75 обучающихся из стран Азии, Африки, Латинской Америки, Европы (19 девушек и 56 юношей), средний возраст юношей  $20,1 \pm 0,24$ , девушек  $20,0 \pm 0,28$  лет.

По результатам электрокардиографического исследования, проведенного с помощью УПФТ-1/30 «Психофизиолог» в условиях относительного функционального покоя, оценивали показатели variability сердечного ритма. Выявлены достоверные гендерные различия (по U-критерию Манна-Уитни) соотношения типов сердечного ритма, уровня функционального состояния (УФС), определенному по длительности RR-интервалов и их среднему квадратичному отклонению, некоторых спектральных характеристик (TP, HF, HFnorm) и индексов (LF/HF и индекса централизации).

Нормокардия была выявлена только у юношей (28,0%), нормокардия с ЧСС выше среднего у 33,9% юношей и у 47,4% девушек, синусовая тахикардия у 16,1% юношей и у 21,2% девушек, нормокардия с ЧСС ниже среднего у 16,1% юношей, у 26,3% девушек, синусовая брадикардия у 10,7% юношей и у 5,2% девушек. Нормальная структура спектра сердечного ритма обнаружена у 15,8% девушек и лишь у 1,8% юношей. У 15,8% девушек и у 5,4% юношей отмечено существенное преобладание HF-волн, свидетельствующее о доминировании автономной регуляции. У 36% девушек и у 63,5% юношей превалировала доля LF-волн в спектре, что является показателем усиления регуляции сосудистого тонуса неспецифическими механизмами. УФС оптимальный и близкий к оптимальному был у 39,2% юношей и у 15,8% девушек, допустимый у 30,4% юношей и 26,3% девушек, предельно-допустимый у 17,9% юношей и у 31,6% девушек, негативный у 5,4% юношей и у 5,3% девушек, критический у 7,1% юношей и у 21,0% девушек.

Таким образом, у подавляющего большинства обследованных на начальных этапах обучения выявлены отклонения показателей variability сердечного ритма от физиологической нормы, что свидетельствует о напряжении адаптационных механизмов, обусловленном, вероятно, сменой жизненного уклада, новой языковой средой и интенсивными учебными нагрузками.

**THE APPLICATION OF THE VARIATIONAL PULSOMETRY METHOD FOR THE EXPRESS-EVALUATION AND  
PREDICTION OF ADAPTATION SUCCESSFULNESS OF FOREIGN STUDENTS FROM THE PREPARATORY  
FACULTY OF THE MEDICAL UNIVERSITY**

**Khrenkova V.V., Abakumova L.V., Roginskaya A.A., Gafiyatullina G.Sh.**

State budgetary educational institution of higher professional education "Rostov State Medical University" of the  
Ministry of Health of the Russian Federation, Rostov-on-don, Russia, [vvkhrenkova@gmail.com](mailto:vvkhrenkova@gmail.com)

The aim of this work was to evaluate the successfulness of adaptation of foreign students from the preparatory faculty according to the indicators of heart rate variability. At the beginning of the school year 75 students from Asia, Africa, Latin America and Europe (19 girls and 56 boys), with the average age boys  $20,1 \pm 0,24$ , girls  $20,0 \pm 0,28$  years.

According to the results of the electrocardiographic research which was carried out with the help of UPFT-1/30 "Psychophysicologist" in relative functional rest, the indices of heart rate variability were evaluated. We revealed the significant gender differences (Mann-Whitney U-test) of the types ratio of heart rhythm, of the functional state (FS), which was determined by the duration of RR-intervals and their quadratic mean deviation, some spectral characteristics (TP, HF, HFnorm) and indexes (LF/HF and centralization index). It turned out that 28.0% of boys had normocardia, 33.9% of boys and 47.4% of girls had normocardia with heart rate above average, 16.1% of boys and 21.2% of girls had sinus tachycardia, 16.1% of young men, 26.3% of girls had normocardia with heart rate below average, 10.7% of boys and 5.2% girls had sinus bradycardia. Only 15.8% of girls and 1.8% of boys had the normal structure of the heart rhythm spectrum. It should be noted that 15.8% of girls and 5.4% of boys had a significant prevalence of HF-waves that indicates the predominance of autonomic regulation. 36% of the girls and 63.5% of young men had a prevalent share of LF-waves in the spectrum, which is an indicator of the vascular tone regulation intensification by nonspecific mechanisms. The optimal and close to optimal level of the functional state was detected by 39.2% of boys and 15.8% of girls, 30.4% of boys and 26.3% of girls had an acceptable level, 17.9% of boys and 31.6% of girls had a maximum acceptable, 5.4% for boys and 5.3% of girls had negative and 7.1% of boys and 21.0% of girls had a critical one.

Thus, the vast majority of the surveyed in the initial stages of studying had the defects of heart rate variability indicators from physiological norm that signifies a tension of the adaptive mechanisms probably caused by the change of lifestyle, new language environment, and intensive studying.

**СЕПТИНЫ ПОДТИПА SEPT9 И SEPT5 УЧАСТВУЮТ В РЕГУЛЯЦИИ КИНЕТИКИ СЕКРЕЦИИ КВАНТОВ  
НЕЙРОМЕДИАТОРА В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СОЕДИНЕНИИ**

**Хузахметова В.Ф., Нуруллин Л.Ф., Бухараева Э.А.**

Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра РАН, Казань, Россия; Казанский  
федеральный университет, Казань, Россия; [venerik87@mail.ru](mailto:venerik87@mail.ru)

Белки цитоскелета являются одной из важнейших структур, регулирующих синаптическую передачу. В последнее время проявляется большой интерес к семейству ГТФ-связывающих белков септинам, которые

имеют 13 подтипов и регулируют множество процессов в клетке, в том числе экзоцитоз везикул. Цель данного исследования – установить, какой подтип из семейства ГТФ-связывающих белков септинов находится в пресинаптическом нервном окончании диафрагмальной мышцы мыши, и выяснить, как изменяется процесс секреции отдельных квантов ацетилхолина при действии форхлорфенуона (FCF), который нарушает связывание септинов с белками SNARE-комплекса. Для установления подтипа белков септинов было использовано стандартное иммуногистохимическое окрашивание антителами против Sept9 и Sept5. Чтобы исследовать участие септинов в экзоцитозе синаптических везикул, измеряли секрецию нейромедиатора в нервно-мышечном диафрагмальном препарате мыши с использованием электрофизиологических методов. Препараты перфузировали раствором Рингера с низкой концентрацией  $Ca^{2+}$  и высокой концентрацией  $Mg^{2+}$ . Измеряли синаптические задержки вызванных токов концевой пластинки и строили гистограммы их распределения. Кванты, выделившиеся в диапазоне до  $\leq 3$  мс, оценивали как синхронное освобождение, а ответы в диапазоне от 3 мс до 50 мс считали как задержанное асинхронное освобождение. Были использованы 3 концентрации FCF: 20, 50, 100 мкМ. Электрофизиологические исследования показали, что аппликация ингибитора организации септиновых белков FCF во всех концентрациях в нервно-мышечном соединении мыши приводит к снижению частоты спонтанно выделившихся квантов, а также увеличивает число квантов, выделившихся с наименьшей синаптической задержкой (синхронное освобождение) при ритмической стимуляции двигательного нерва. Иммуногистохимическое окрашивание на белки септины совместно с маркерами постсинаптической мембраны ( $\alpha$ -бунгаротоксин) и пресинаптических везикул (синаптофизин) показало, что Sept9 и Sept5 концентрируются в пресинаптических везикулах и пресинаптическом окончании. Таким образом, тот факт, что септины обнаружены в нервном окончании, совместно с полученными электрофизиологическими данными позволяют говорить, что септины являются важными регуляторами спонтанной и вызванной секреции медиатора, поскольку дезорганизация их с белками SNARE комплекса приводит к нарушению кинетики секреции квантов медиатора.

*Поддержано грантом РФФИ 15-04-02983 и Программой Президиума РАН*

#### **SEPT9 И SEPT5 SUBTYPES OF SEPTINS ARE INVOLVED INTO REGULATION OF KINETICS OF NEUROTRANSMITTER QUANTAL SECRETION AT THE NEUROMUSCULAR JUNCTION**

**Venera Khuzakhmetova, Leniz Nurullin, Ellya Bukharaeva**

Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, Kazan Scientific Center RAS, Kazan, Russia; Kazan Federal University, Kazan, Russia; venerik87@mail.ru

Cytoskeletal proteins are some of the most important structures regulating synaptic transmission. Recently, a family of GTP-binding proteins Septins that has 13 subtypes and regulates a variety of processes in the cell including exocytosis attract particular interest. The aim of this study was to establish the subtypes of the family of GTP-binding proteins Septins located in the presynaptic nerve terminal of mouse diaphragm muscle and to find out how the process of secretion of individual acetylcholine quanta can change under forchlorfenuron (FCF) which violates binding of Septins with SNARE protein complex. Standard immunohistochemical staining with antibodies against Sept9 and Sept5 was used to establish the subtypes of Septin proteins. To study the involvement of Septins in exocytosis of neuronal synaptic vesicles, the neurotransmitter release in mouse «phrenic nerve–diaphragm» preparations was estimated using electrophysiological methods. The preparations were superfused with low- $Ca^{2+}$ , high- $Mg^{2+}$  Ringer's solution. The synaptic delays of evoked endplate currents (EPCs) were measured. EPCs evoked by 1000 nerve stimuli were collected to build the synaptic delay histograms. To quantify the components of the neurotransmitter release, EPCs within the time range of  $\leq 3$  ms were counted to quantify the synchronous release, and the signals in the range of 3 ms to 50 ms were counted to quantify the delayed asynchronous release. Three concentrations of FCF were used: 20, 50 and 100  $\mu$ M. Electrophysiological studies have shown that the inhibitor of protein organization of Septins FCF at all used concentrations reduced the frequency of spontaneously released quanta at mouse neuromuscular junction, as well as increased the number of quanta released with the smallest synaptic delays (synchronous release) at rhythmic stimulation of the motor nerve. Immunohistochemical staining for Septins together with markers of postsynaptic membrane ( $\alpha$  – bungarotoxin) and markers of presynaptic vesicles (Synaptophysin) showed that Sept9 and Sept5 are concentrated in presynaptic vesicles and on the nerve ending. Thus, the fact that Septins detected in the nerve ending, together with electrophysiological data obtained suggest that Septins are important regulators of spontaneous and induced neurotransmitter secretion, since disruption of SNARE protein complex leads to disruption of kinetics of neurotransmitter quanta secretion.

*Supported by RFBR 15-04-02983 and the Program of the Presidium of RAS*

#### **ОСОБЕННОСТИ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КРЫС И ПРОТИБОЛЕВОЙ АКТИВНОСТИ АСПИРИНА В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ**

**Хусаинов Д.Р.<sup>1</sup>, Кореньюк И.И.<sup>1</sup>, Темурьянц Н.А.<sup>1</sup>, Черетаев И.В.<sup>1</sup>, Чайка А.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Таврическая академия ФГОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия; gangliu@yandex.ru

В условиях современности живые организмы подвергаются разнообразным воздействиям, в том числе, и электромагнитному экранированию (ЭМЭ). В работах многих авторов показано, что ЭМЭ вызывает серьезные изменения в функционировании живых организмов: смещаются фазы биологических ритмов, изменяется болевая чувствительность и др. Кроме того, согласно литературным данным, ЭМЭ может существенно изменять физиологическую реакцию организма на действие биологически активных веществ, в частности, фармпрепаратов.

В настоящей работе мы поставили задачу рассмотреть динамику болевой чувствительности крыс и протиболевой активности аспирина в условиях умеренного ЭМЭ.

Исследования проводились на 100 белых беспородных крысах самцах массой 200-240 г. и 240 крысах самках 180-200 г., содержащихся в стандартных условиях вивария. Все животные представляли собой однородную выборку со средней двигательной активностью и средним уровнем болевой чувствительности; все самки в начале эксперимента находились в фазе диэструса. На первом этапе работы двадцать крыс каждого пола были разделены на две группы: контроль (n=10) и ЭМЭ (n=10). Крысы группы ЭМЭ подвергались 14-ти дневному умеренному экранированию, контрольные животные находились в условиях имитации экранирования. Ежедневно исследовалось болевая реакция всех животных в тестах «Горячая пластина» и «Электростимуляция». На втором этапе работы 80 крыс самцов и 220 самок разделялись на парные равноценные группы в каждой выборке: контроль, ЭМЭ, аспирин и аспирин+ЭМЭ. Всем группам крыс на протяжении 6-ти дней вводили 0,2 мл физиологического раствора. На седьмой день группам контроль и ЭМЭ вводили 0,2 мл физиологического раствора; группам аспирин и аспирин+ЭМЭ — аспирин («Мерк», Германия) в дозе 40 мг/кг (0,2 мл). При этом на седьмой день эксперимента из 220 самок было выбрано 80, находящихся в фазе диэструса. Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью критерия Манна-Уитни.

Выяснено, что болевая реакция, как крыс самцов, так и крыс самок под влиянием умеренного ЭМЭ имеет двухфазный характер: сначала развивается гипералгезия, за которой следует фаза гипоалгезии. Во второй серии эксперимента было выяснено, что в условиях семидневного ЭМЭ аспирин теряет свою противоболевую активность. Но, при этом, у крыс самцов группы аспирин+ЭМЭ в тесте «Электростимуляция» показатели болевого порога приближаются к контрольным значениям. А у крыс самок в обоих болевых тестах показатели группы аспирин+ЭМЭ не отличаются от контрольных, и в отличие от самцов в тесте «Горячая пластина» имеют тенденцию к увеличению значений.

#### **FEATURES OF PAIN SENSITIVITY IN RATS AND ANALGESIC ACTIVITY OF ASPIRIN UNDER MODERATE ELECTROMAGNETIC SHIELDING**

**Denis R. Khusainov<sup>1</sup>, Ivan I. Koreniuk<sup>1</sup>, Natalia A. Temuryants<sup>1</sup>, Igor V. Cheretaev<sup>1</sup>, Andrew V. Chajka<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Taurida Academy of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation; gangliu@yandex.ru

In modern conditions the organisms are exposed to a variety of influences, including electromagnetic shielding (EMS). In the works of many authors have shown that EMS causes serious changes in the functioning of living organisms: phase shift of biological rhythms, altered pain sensitivity, etc. In addition, according to literature data, EMS can substantially alter the physiological response of the organism to the action of biologically active substances, in particular, pharmaceuticals.

In the present work, we aimed to examine the dynamics of pain sensitivity in rats and analgesic activity of aspirin in moderate EMS.

Studies were conducted on 100 white outbred male rats weighing 200-240 g and 240 female rats weighing 180-200 g, kept in standard conditions of vivarium. All animals represented a homogeneous sample with average motor activity and average level of pain sensitivity: all females in the beginning of the experiment were in the phase of diestrus. At the first stage, twenty rats of each sex group were divided into two subgroups: control (n=10) and EMS (n=10). Rats subgroups of EMS were subjected to 14-day moderate screening, control animals were housed under conditions simulating the shielding. Daily were studied in a pain response of all animals in the tests "Hot plate" and "Electrostimulation". In the second phase of work 80 male and 220 female rats were divided into equal subgroups: control, EMS, aspirin and aspirin+ EMS, each for six days were run in painful tests. All subgroups of rats during 6 days were injected with 0.2 ml of saline. On the seventh day subgroups control and EMS also was administered 0.2 ml of physiological solution; subgroups aspirin and aspirin+ EMS was administered aspirin ("Merk", Germany) at a dose of 40 mg/kg (0.2 ml) in a physiological solution. Thus on the seventh day of the experiment from 220 females were chosen 80 that are in the phase of diestrus. Statistical processing of obtained results was performed using the Mann-Whitney test.

Elucidate that painful reaction, both males, and female rats under the influence of moderate EMS is biphasic: developing first hyperalgesia followed by a phase of hypoalgesia. In the second series of experiment, it was found that in the context of the seven-day EMS aspirin loses its analgesic activity. However, in male subgroup aspirin+EMS in the test "Electrostimulation" pain threshold values closer to the control. In females in both pain tests the experimental data of the subgroup aspirin+ EMS not differ from the control, and unlike the males in "Hot plate" tend to increase in value.

#### **РОЛЬ ПОЛИМОРФНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ TGFB/SMAD СИСТЕМЫ В РАЗВИТИИ АНЕВРИЗМ СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

**Хусаинова Р.И., Султанова Р.И., Хуснутдинова Э.К.**

ФГБОУ ВО "Башкирский государственный университет», г. Уфа, Россия, ritakh@mail.ru

Аневризмы сосудов головного мозга или интракраниальные аневризмы (ИА) – это патологические локальные выпячивания стенок сосудов мозга из-за изменений в строении сосудистой стенки, приводящие к спонтанным субарахноидальным кровоизлияниям. В общей популяции распространенность заболевания колеблется от 1 до 8%. Распространенность ИА среди населения старше 30 лет составляет от 3,6 до 6,5 на 100 000, встречаются одинаково часто у мужчин и женщин и, в отличие от других сосудистых заболеваний головного мозга, чаще наблюдаются у лиц молодого и среднего возраста, и обнаружены даже у детей (0,5 – 4,6%) [Inagawa T., 1990; Menghini V.V., 1998]. Более половины (51%) аневризм приходятся на артериальные аневризмы. Существуют очевидные доказательства, что предрасположенность к аневризмам имеет значительный генетический компонент. Гены, продукты которых вовлечены в сигнальный путь TGFB/SMAD, являются привлекательными кандидатными генами аневризм сосудов головного мозга т.к. играют значимую роль в ремоделировании сосудистой стенки, дифференциации клеток, однако, до сих пор не выявлены



диагностически значимые генетические маркеры, позволяющие проводить пресимптоматическую ДНК-диагностику заболевания. Материалом для исследования послужили образцы ДНК 330 больных с разрывами аневризм сосудов головного мозга и 350 практически здоровых индивидов русской этнической принадлежности, проживающих в Волго-Уральском регионе России. Нами проведен поиск структурных изменений во всех экзонах и прилегающих к ним регионах генов (*TGFB1*) и двух его рецепторов (*TGFBR1* и *TGFBR2*) методом SSCP-анализа с последующим секвенированием, а также ассоциативные исследования полиморфных вариантов *rs2000708* гена *SMAD2*, *rs2289263* (*SMAD3*), *rs6494629* (*SMAD3*), *rs5014202* гена *SMAD6*. Обнаружено 16 типов изменений подвижности однонитевой ДНК и идентифицированы два полиморфных варианта в гене *TGFBR2* (*rs1155705* (с.3+7A>G) и с.452-4T>A, последний из них описан впервые), полиморфизм *rs334354* (с.1024+24G>A) в гене *TGFBR1* и два полиморфизма в гене *TGFB1* (с.713-8delC и *rs1800469* (с.-1347T>C)). Генотип \*G\*G полиморфизма *rs1155705* гена *TGFBR2* ассоциирован с риском развития аневризм сосудов головного мозга ( $p=0,0003$ ; OR=2,94 (95% ДИ 1,64-5,30)). У мужчин с генотипом \*C\*C полиморфного варианта *rs6494629* гена *SMAD3* понижен риск развития аневризм сосудов головного мозга. Аллель \*T и генотип \*T\*T локуса *rs5014202* гена *SMAD6* ассоциированы с развитием аневризм сосудов головного мозга в целом и у женщин, а также в сочетании с признаками дисплазии соединительной ткани (ДСТ). Таким образом, выявлена значимость полиморфных вариантов генов *TGFB/SMAD* сигнального пути в формирование аневризм сосудов головного мозга у жителей Волго-Уральского региона.

### THE ROLE OF TGFB/SMAD SYSTEM GENES IN DEVELOPMENT OF INTRACRANIAL ANEURYSMS

Khusainova R.I., Sultanova R.I., Khusnutdinova E.K.

Bashkir State University, Ufa, Russia, ritakh@mail.ru

Intracranial aneurysm (also called cerebral or brain aneurysm) (IA) – a local abnormal protrusion of brain vessel walls due to changes in the structure of the vascular wall, leading to spontaneous subarachnoid hemorrhage. In the general population, the prevalence of the disease varies from one to 8%. The prevalence of IA in the population over 30 years is between from 3.6 to 6.5 per 100000. It occurs with equal frequency in men and women and, in contrast to other vascular diseases of the brain, are more common in young and middle-aged people, and found even in children (0,5 – 4,6%) [Inagawa T., 1990; Menghini V.V., 1998]. More than half (51%) aneurysms occur are arterial. There is clear evidence that the predisposition to aneurysms has a significant genetic component. Genes, the products of which are involved in the TGFB/SMAD signaling pathway, are candidate genes for cerebral aneurysms because they play an important role in the remodeling of the vascular wall, cell differentiation. However, diagnostically significant genetic markers has not revealed yet. The study were performed using DNA samples of 330 patients with ruptured cerebral aneurysms and 350 healthy individuals of Russian ethnicity, living in the Volga-Ural region of Russia. We searched for the structural changes in all exons and adjacent regions of genes (*TGFB1*) and its two receptors (*TGFBR1* and *TGFBR2*) using SSCP-analysis followed by sequencing, as well as association studies of the following polymorphisms: *rs2000708* (*SMAD2* gene), *rs2289263* (*SMAD3*), *rs6494629* (*SMAD3*), *rs5014202* (*SMAD6*). We found 16 types of changes in the mobility of single-stranded DNA and identified two polymorphic variants in the *TGFBR2* gene (*rs1155705* (с.3+7A>G) and с.452-4T> A, the latter of which is described for the first time), the polymorphism *rs334354* (с.1024+ 24G>A) in *TGFBR1* gene and two polymorphisms in a *TGFB1* gene (с.713-8delC and *rs1800469* (с.-1347T>C)). Genotype \*G\*G of *rs1155705* polymorphism in *TGFBR2* gene is associated with the risk of cerebral vascular aneurysms ( $p=0,0003$ ; OR=2,94 (95% CI 1,64-5,30)). Men carrying genotype \*C\*C of polymorphic variant *rs6494629* in *SMAD3* gene had reduced the risk of cerebral aneurysms. Allele \*T and genotype \*T\*T of locus *rs5014202* in *SMAD6* gene was associated with the development of cerebral aneurysms in general, and women, as well as in combination with signs of connective tissue dysplasia (CTD). Thus, the detected significant contribution of polymorphic variants of genes *TGFB / SMAD* signaling pathway for cerebral aneurysms development in the Volga-Ural region.

### СТРУКТУРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЗЕРНИСТОГО СЛОЯ В КОРЕ ВЕСТИБУЛЯРНОГО МОЗЖЕЧКА ЧЕЛОВЕКА ОТ РОЖДЕНИЯ ДО 7 ЛЕТ

Цехмистренко Т.А.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов», Москва, Россия, tsekhmistrenko\_ta@pfur.ru

Известно, что зернистый слой коры мозжечка в пределах мозжечкового листка распределяется неравномерно. Методом компьютерной морфометрии с помощью программ Image-Tools (NIH, USA) на препаратах, окрашенных по Нислю, изучали возрастные изменения толщины зернистого слоя (Тзс) на вершине, боковой стенке и дне извилины в области вестибулярного мозжечка (клочково-узелковая доля) у детей от рождения до 7 лет. Материал (36 мозжечков) сгруппирован в годовых интервалах, первый год – по месяцам. С помощью программы «Biotest» вычисляли средний показатель и доверительный интервал.

Установлено, что в узелке мозжечка новорожденных Тзс составляет на вершине извилины в среднем 366,8±36,9 мкм, на боковой стенке – 213,1±14,0 мкм, на дне борозды – 107,6±8,2 мкм. В левом клочке Тзс на вершине извилины достигает в среднем 293,4±16,6 мкм, на боковой стенке – 170,1±13,6 мкм, на дне борозды – 101,6±8,6 мкм. В правом клочке новорожденных Тзс составляет в среднем 360,4±24,9 мкм, на боковой стенке – 286,4±40,8 мкм, на дне борозды – 105,3±11,7 мкм. Поперечник зернистого слоя во всех локусах интенсивно нарастает на первом году жизни (от 4 до 6 месяцев), на вершине извилины и дне борозды – к 1-3 годам, на боковой стенке – к 2 годам. Высокие темпы нарастания зернистого слоя в толщину отмечаются в коре вестибулярного мозжечка на вершине извилины от рождения до 1-2 лет (от 44,8 до 73,9% постнатального прироста в топографически отличающихся зонах), на боковой стенке – до 4 лет (до 96,2%), на дне извилины – в течение первых двух-трех лет жизни (до 89,1-99,9%). После 3-4 лет Тзс в базальных отделах извилины, в основном, стабилизируется, а на вершине продолжается до 7 лет.

Интенсивность нарастания Тзс коры на вершине и боковой стенке мозжечкового листка в левом клочке выше, чем в правом ( $p < 0,05$ ). К 7 годам Тзс коры в области узелка составляет на вершине извилины 672,5±17,6 мкм, на боковой стенке – 344,0±24,4 мкм, на дне извилины – 158,1±12,3 мкм. В левом клочке Тзс достигает 630,7±17,7 мкм, на боковой стенке – 246,0±19,1 мкм, на дне извилины – 133,7±22,6 мкм. В правом клочке Тзс на вершине извилины составляет 651,2±42,5 мкм, на боковой стенке – 336,2±28,1 мкм, на дне извилины – 139,5±16,4 мкм. Наибольший относительный прирост Тзс наблюдается на вершине извилины в левом клочке (53,5%), на боковой стенке и на дне борозды – в узелке (соответственно 38,1% и 31,9%). Таким образом, показано, что в постнатальном онтогенезе нарастание толщины зернистого слоя в различных зонах коры вестибулярного мозжечка человека отличается по темпам, интенсивности и срокам.

### STRUCTURAL TRANSFORMATIONS OF A GRANULAR LAYER IN A HUMAN CORTEX OF VESTIBULOCEREBELLUM FROM THE BIRTH TILL 7 YEARS

Tsekhmistrenko T.A.

Federal public autonomous institution of higher education «People`s Friendship University of Russia», Moscow, Russia, tsekhmistrenko\_ta@pfur.ru

It is known that the granular layer of a cerebellar cortex is distributed unevenly in various zones of a cerebellar folium. Age changes of thickness of a granular layer (Thgl) at apex, a lateral wall and bottom of a groove in a vestibulocerebellum (flocculonodular lobe) at children from the birth till 7 years were studied. Material (36 cerebellums) is grouped in annual intervals, the first year of life – in monthly intervals. Preparations of a vestibulocerebellar cortex painted by means of Nissl's method. The morphometry of thickness of a granular layer (Thgl) was carried out with use of the Image-Tools program (NIH, USA). By means of the Biotest program calculated an average value and a confidential interval.

It is established that in a nodule of newborns the average size Thgl in apex of a cerebellar folium makes 366,8±36,9 μ, on a lateral wall – 213,1±14,0 μ, at the bottom of a groove – 107,6±8,2 μ. In the left flocculus the Thgl in apex of a cerebellar folium reaches on average 293,4±16,6 μ, on a lateral wall – 170,1±13,6 μ, at the bottom of a groove – 101,6±8,6 μ. In the right flocculus of newborns the Thgl in apex of a cerebellar folium averages 360,4±24,9 of microns, on a lateral wall – 286,4±40,8 μ, at the bottom of a groove – 105,3±11,7 μ. Diameter of a granular layer in all loci intensively increases on the first year of life (from 4 to 6 months), in apex of cerebellar folium and at the bottom of a groove – by 1-3 years, on a lateral wall – by 2 years. The highest rates of increase of Thgl are noted in vestibulocerebellar cortex at gyral apex from the birth till 1-2 years (from 44,8 to 73,9% of a postnatal gain in topographical different zones). On a lateral wall it is observed till 1-4 years (to 96,2% of a postnatal gain). At the bottom of a groove it is traced within the first two years of life (to 89,1-99,9% of a postnatal gain). Thgl is stabilized in the basal departments of a cerebellar folium after 3-4 years. From the birth till 7 years intensity of increase of Thgl at apex and a lateral wall of a cerebellar folium in the left flocculus is above, than in the right ( $p < 0,05$ ). By 7 years Thgl of the nodule makes at apex of cerebellar folium 672,5±17,6 μ, on a lateral wall – 344,0±24,4 μ, at the bottom of a groove – 158,1±12,3 μ. In the left flocculus by the end of the first childhood Thgl at apex of cerebellar folium reaches 630,7±17,7 μ, on a lateral wall – 246,0±19,1 μ, at the bottom of a groove – 133,7±22,6 μ. In the right flocculus of Thgl at apex of cerebellar folium makes 651,2±42,5 μ, on a lateral wall – 336,2±28,1 μ, at the bottom of a groove – 139,5±16,4 μ. The greatest relative gain of Thgl is observed at apex of a cerebellar folium in the left flocculus (53,5%), on a lateral wall and at the bottom of a groove – in a nodule (respectively 38,1% and 31,9%). Thus, it is shown that in postnatal ontogenesis increase of Thgl in various zones of a human vestibulocerebellum differs on rates, intensity and terms.

### НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ОНТОГЕНЕЗА ИНТЕЛЛЕКТА РЕБЕНКА ОТ 0 ДО 15 ЛЕТ

Цыганков В.Д.

НПК БИОМЕДИС, Москва, Россия

Сообщение имеет своей целью глубже осознать проблему сознания и внутренние нейрофизиологические и психологические механизмы сознательного поведения. Эпистемология как учение о знании и, в частности, генетическая психология Ж.Пиаже [1], экспериментально доказывают существование холизма или целостности и взаимосвязанности познающих структур как функциональной системы мозга. С помощью этой системы организм организует окружающий внешний мир (ассимилирует его) и действует (аккомодирует себя) соответственно в нем. Познание – это гибкий и пластичный, но устойчивый во времени процесс развития без стресса. Это богатая, по – Пиаже, «ассимиляторная организация» поведения или система активных действий, действующая в равновесии.

Сытые хищник Амур (А) и жертва Тимур (Т) в ограниченном пространстве. Закон Вольтера. Пищевая и защитная мотивация в функциональной системе мозга (П.Анохин). Пища реальная и «пища виртуальная». Два типа раздражителей и реакций на них по А.Ухтомскому. Три фазы стресса как адаптационного синдрома по Г.Селье.

Ассимиляция (Асс) и аккомодация (Акк), Созидание и Разрушение, их динамические взаимоотношения по принципу доминанты А.Ухтомского. Развитие в растущем организме, созревание в морфологическом субстрате мозга познающих структур, которые нуждаются в питании. Эволюция отношений А и Т. Ранний игровой период, когда созидание превалирует над разрушением, т. е. Асс > Акк. «Пищевое насыщение» игрой. Процесс интеллектуальной адаптации по Ж.Пиаже как стремление к динамическому равновесию между ассимиляцией и аккомодацией. Синергизм двух процессов или «раскачка» до момента, когда кому-то первому надоест? Роль внешней среды. Довербальная социальная интеллектуальная адаптация в сложной системе (А + Т).

Ж.Пиаже наделяет «перцептивным интеллектом» детей в возрасте от 7 до 11 лет, который проявляет себя как наличие представления о мире вещей, событий и своих собратьев, а также умение действовать в таком внешнем мире. В этом возрасте структура интеллекта уже сформирована. Однако это

невербализованный, целесообразный интеллект. Познающие структуры мозга и мышечной системы планомерно применяются для защиты, нападения, бегства, преследования и т. д. Активность А и Т направленная и взаимно обоюдная.

Отношения Амура (А) и Тимура (Т) как возможный алгоритм нейрокомпьютерного управления [2] и модель взаимодействия в коллективе роботов – дронов или беспилотных летательных аппаратов (БЛА).

Сколько времени продлится «дружба» хищника и жертвы?

Каков наиболее вероятный прогноз исхода отношения А и Т? Мнение Д.Рогозина.

Как нужно вести себя работникам заповедника?

Эпилог. Люди, будьте бдительны!

Литература

1. Джон Х. Флейбелл Генетическая психология Жана Пиаже. М. ПРОСВЕЩЕНИЕ. 1967.

2. Цыганков В.Д. Виртуальный нейрокомпьютер «ЭМБРИОН». М. СИНТЕГ. 2005.

### **КОМПЛЕКСНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ПАЦИЕНТОВ, СТРАДАЮЩИХ ОБСТРУКТИВНЫМ АПНОЭ**

**Чан Чонг Хью, Садыкова Е.В.**

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия, [tronghuu@mail.ru](mailto:tronghuu@mail.ru)

**Введение:** с развитием человеческого общества отмечается увеличение количества людей, страдающих синдромом обструктивного апноэ (СОАС). СОАС проявляется остановками дыхания во времени сна длительностью более 10 мс. Это заболевание является одной из причин внезапной смерти у человека. У пациента с тяжелой формой СОАС риск сердечно-сосудистой смертности возрастает более чем в 5 раз.

**Цель исследования:** изучение различий физиологических показателей электрокардиосигнала пациентов, страдающих СОАС.

**Метод:** в работе используется база данных Апноэ-ЭКГ из открытого доступа на Physionet. Этот набор данных содержит 70 одноканальных отведений ЭКГ-сигналов на частоте дискретизации 100 Гц длительностью записей от 7 до 10 часов. Каждая ЭКГ прокомментирована экспертом на основе поминутного описания эпизодов обструктивного сонного апноэ. Далее используется высокоточный алгоритм обнаружения R-пика на основе вейвлет-преобразования «bior1.5» с коэффициентом 5. Минутные последовательности RR-интервалов подвергаются статистическому и спектральному анализу и получают набор из 16 параметров. Методом главных компонент формируют заключение о наиболее информативных параметрах, характеризующих СОАС: среднее значение RR-интервалов, индекс напряжения, дисперсия RR-интервалов, стандартное отклонение разностей между соседними RR-интервалами (SDNN), мощности спектра низкочастотных волн (LF), высокочастотных волн (HF), симпато-вагальный индекс (LF/HF). Индекс напряжения ЭКГ с апноэ меньше индекса ЭКГ без апноэ, но дисперсия RR-интервалов и SDNN больше. Во время апноэ имеет место незначительное преобладание активности центральных механизмов регуляции над автономными.

**Заключение:** результаты исследования позволяют распознавать СОАС при регистрации только одного отведения ЭКГ.

### **COMPLEX PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF THE ELECTROCARDIOGRAM OF PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA**

**Tran Trong Huu, Sadykova E.V.**

Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI", Saint-Petersburg, Russia, [tronghuu@mail.ru](mailto:tronghuu@mail.ru)

**Introduction:** With the development of human society an increase is marked in the number of people suffering from the obstructive sleep apnea syndrome (OSA). OSA is shown as stops of breathing which last for more than 10 ms during the sleep time. This disease is one of the causes of a sudden death in humans. In a patient with severe obstructive sleep apnea the risk of a cardiovascular mortality increases by more than 5 times.

**Objective:** to study the differences of the electrocardiosignal (ECG) physiological parameters of patients suffering from OSA.

**Method:** We use the database of ECG Apnea-open access to Physionet. This data set contains 70 single-channel leads of the ECG signals at a sampling frequency of 100 Hz for the records lasted from 7 to 10 hours. Each ECG signal is commented by the expert who gave per-minute descriptions of obstructive sleep apnea episodes. Next, a high-precision algorithm for R-peak detection based on wavelet- transformation «bior1.5» with scale coefficient of 5 is used. The minute sequences of RR-intervals are subjected to statistical and spectral analysis, and the set of 16 parameters is obtained. By the means of the principal components method a conclusion is formed about the most informative parameters that characterize OSA: the average value of RR-intervals, the voltage index, the dispersion of RR-intervals, standard deviation of the differences between adjacent RR-intervals (SDNN), the power spectrum of low-frequency waves (LF), the power spectrum of high frequency waves (HF), the sympatho-vagal index (LF / HF). The voltage index of the ECG signal with apnea is less than the voltage index of the ECG signal without sleep apnea, but the dispersion of RR-intervals and SDNN is more. During the apnea syndrome there is a slight preponderance of the central mechanisms of regulation activity over the autonomous ones.

**Conclusion:** The results of the study will help to identify OSAS in case of the one ECG lead registration.

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СПИНАЛЬНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Челноков А.А.<sup>1</sup>, Челнокова М.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», Великие Луки, Россия; [and-chelnokov@yandex.ru](mailto:and-chelnokov@yandex.ru); <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»; [marinachelnokova@yandex.ru](mailto:marinachelnokova@yandex.ru)

Цель исследования заключалась в изучении разных видов спинального торможения человека при осуществлении произвольных движений. Оценка пресинаптического торможения Ia афферентов камбаловидной мышцы проводилась по методике Y. Mizuno et al., нерцепрожного торможения  $\alpha$ -мотонейронов – E. Pierrot-Deseilligny et al. и рецiproжного торможения  $\alpha$ -мотонейронов – C. Crone et al. в состоянии относительного мышечного покоя и во время 30-и секундного изометрического сокращения с силой 25% от МПС на мультисуставном лечебно-диагностическом комплексе «Biodex». Установлено, что в ходе выполнения 30-секундного изометрического сокращения происходило ослабление всех тормозных процессов по сравнению с состоянием относительного мышечного покоя. Такая закономерность связана со специфичностью супраспинальных возбуждающих и тормозных влияний на интернейроны Ia и Ib спинального уровня при выполнении произвольного движения. Реализация произвольного движения в течении 30-и секунд сопровождалась повышением уровня активности пресинаптического торможения Ia афферентов мышцы-сгибателя стопы, в отличие от нерцепрожного и рецiproжного торможения. Возможно, в процессе произвольного движения пресинаптическое торможение активно регулирует избыточный афферентный приток к  $\alpha$ -мотонейронам мышц-агонистов и антагонистов голени, растормаживая нерцепрожные и рецiproжные тормозные влияния на них, обеспечивая нормальную двигательную активность человека. Полученные результаты расширяют сведения о роли спинальных тормозных процессов в управлении произвольными движениями человека и раскрывают новые аспекты афферентного взаимодействия в системе мышц-антагонистов и агонистов голени.

## FUNCTIONAL FEATURES OF HUMAN SPINAL INHIBITION DURING VOLUNTARY MOTOR ACTIVITY

Chelnokov A.A.<sup>1</sup>, Chelnokova M.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Velikie Luki State Academy of Physical Education and Sports, Russia

<sup>2</sup>State Agricultural Academy of Velikie Luki, Russia

The purpose of research was to study of different types of spinal inhibition in human when performing voluntary movements. Presynaptic inhibition of Ia afferents of soleus was evaluated using the technique of Y. Mizuno et al., nonreciprocal inhibition of alfa-motoneurons – by E. Pierrot-Deseilligny et al, and reciprocal inhibition of alfa-motoneurons – by C. Crone et al., in the state of relative muscular rest and during a 30-second isometric contraction with a force of 25% maximum voluntary contraction (MVC) using the multijoint medical-diagnostic complex «Biodex». It was established that weakening of inhibitory processes occurred in comparison with the state of relative muscular rest in the course of a 30-second isometric contraction, this pattern is related to the specificity of supraspinal excitatory and inhibitory effects on Ia and Ib interneurons in the spinal cord when performing a voluntary movement. The voluntary movement performed for 30 seconds was accompanied with an increased activity of the presynaptic inhibition of Ia afferents of foot flexor, unlike reciprocal and nonreciprocal inhibition. In the course of voluntary movement presynaptic inhibition must be actively regulating the excess afferent input to alfa-motoneurons of agonist and antagonist lower leg muscles, accelerating nonreciprocal and reciprocal inhibitory effects rendered on them, providing normal motor activity in man. The results obtained provide more information about the role of spinal inhibitory processes in the control of human voluntary movements and reveal new aspects of the afferent interaction in the system of the antagonist and agonist lower leg muscles.

## СЕМИОТИКА САККАД ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

Чигалейчик Л.А., Дамьянович Е.В., Тесленко Е.Л., Базиян Б.Х., Полещук В.В.

Федеральное Государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, г. Москва, Россия, Волоколамское ш., д.80, [pol82@yandex.ru](mailto:pol82@yandex.ru)

Исследование саккад при болезни Паркинсона (БП) является важной научной и практической задачей современной неврологии, позволяющей открыть новые возможности для ранней клинической диагностики и мониторинга течения этого заболевания. Интерес представляет исследование различных видов саккад при различных формах БП как на ранних стадиях, так и в процессе развития заболевания. Целью работы явилось изучение параметров саккад и автосаккад у больных с БП I, II и III стадиями по шкале Хен-Яра с дрожательными и смешанными формами. Материалы и методы: В работе участвовали 35 пациентов с БП: 12 со стадией – I по шкале Хен-Яра, 15 со II стадией и 8 с III. Все пациенты были правшами и клинический дебют заболевания у них начинался с правых конечностей. У 6 пациентов отмечалась дрожательная форма, а у 29 – смешанная. Группу контроля составили 15 здоровых испытуемых, соответствующего возраста и пола. Нейрофизиологический мониторинг проводили с помощью электроокулограммы на комплексе «Взор» (Базиян Б.Х., 2000), по методике (Базиян Б.Х., Дмитриев И.Э. 1997). Результаты: При обследовании больных с БП было выявлено изменение амплитудно-временных параметров саккад и автосаккад. У всех трех групп пациентов с БП по Хен-Яру средние значения длительностей и латентных периодов саккад достоверно отличались от нормы, а количество множественных саккад (мультисаккадность) превышала 6%, движения глаз были асимметричны. Изменения параметров латентных периодов и длительностей увеличивались по сравнению с нормой в зависимости от стадии заболевания и были максимально нарушены при III стадии заболевания у пациентов с смешанной формой. При БП также происходило нарушение параметров автосаккад по сравнению с контролем (максимальный рост длительностей автосаккад отмечался на III стадии), При III стадии БП появлялась также измененные

по форме и мультиступенчатые автосаккады. Эти изменения были более выражены при смешанной форме заболевания.

Исследование показало, что оценка разных видов саккад при БП является перспективным нейрофизиологическим методом мониторинга развития БП, поскольку существуют важные различия в параметрах нарушений латенций, длительностей, траекториях движений глаз на разных стадиях этого заболевания.

### **SEMIOTICS OF SACCADES IN PARKINSON'S DISEASE**

**Chigaleychik L.A., Damyanovich E.V., Teslenko E.L., Baziyan B. Kh., Poleshchuk V.V.**

Scientific center of neurology. Moscow, Russia, Volokolamskoye Highway, 80, [pol82@yandex.ru](mailto:pol82@yandex.ru)

The study of saccades in Parkinson's disease (PD) is an important scientific and practical problems of modern neurology, allowing new opportunities for early diagnosis and monitoring of clinical course of this disease. It is very interesting to study different types of saccade in the early stages and its development in different forms of PD. The aim of this study was to investigate saccadic parameters and avtosaccades in patients with PD – I, II and III stages on Hoehn-Yahr with tremor and mixed forms. Materials and Methods: In this paper involved 35 patients with PD, 12 with stage – I scale Hoehn-Yahr, 15 with stage II and 8 – III. All patients were right-handed and clinical disease debut have also started on the right. In 6 patients had a tremor form, and 29 – mixed. The control group consisted of 15 healthy subjects, the corresponding age and sex. Neurophysiological monitoring was carried out by EOG in the complex "Gaze" (Baziyan B. Kh., 2000), as described in (Baziyan B. Kh., Dmitriev I., E., 1997). Results: During examination of patients with PD were detected changes in the amplitude-time parameters of saccades and avtosaccades. All three groups of patients with PD (Hoehn-Yahr I-III), average duration and latent period saccades were significantly different from the norm, and the number of multiple saccades exceeded 6%, eye movements were asymmetrical. Avtosaccades differed slowness (the most severe stage III), compared with the norm, as well as the emergence of multistupenchatyh avtosaccades at stage III. Changes latent periods parameters and durations increased compared with the norm, depending on the stage of the disease and were the most violated in stage III of the disease in patients with mixed forms. The study shows that the evaluation of different types of saccades in PD is a promising method of neurophysiological monitoring of PD, as there are important differences in the parameters of the latent periods violations, durations, trajectories of eye movements at different stages of the disease.

### **АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ РИТМИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ПОДКОРКОВЫХ СТРУКТУР МОЗГА**

**Чиженкова Р.А.**

Учреждение Российской академии наук Институт биофизики клетки РАН, Пущино, Россия;  
[chizhenkova@mail.ru](mailto:chizhenkova@mail.ru)

Когнитивные функции мозга, несомненно, основываются преимущественно на деятельности нейронных популяций коры больших полушарий "neuronal circuits" [1-3]. Следовательно, для познания этих феноменов, необходимы исследования активности корковых нейронов при раздражении подкорковых структур, импульсация от которых приходит по различным путям. Весьма перспективным подходом к анализу интеграции информации в объединениях корковых нейронов является рассмотрение нейронной активности в сенсомоторной области коры, поскольку она представляет одну из структур мозга с наиболее выраженными пластическими перестройками нейронной активности [1, 2].

Задача настоящих исследований заключалась в анализе особенностей разных путей притока импульсации (специфического, неспецифического и антидромного) в происхождении перестроек активности нейронов сенсомоторной области коры при ритмической стимуляции.

Эксперименты были проведены на ненаркотизированных необездвиженных кроликах с предварительно вживленными электродами в медиальную петлю (МП), ретикулярное ядро покрышки среднего мозга (РФ) и пирамидный тракт (ПТ) под нембуталовым наркозом. Проводили ритмическую стимуляцию указанных подкорковых структур с частотой 5 Гц в течение 10 – 30 сек.

В целом была проанализирована активность 55 нейронов у 17 животных. Рассмотрение автокорреляционной функции импульсных потоков нейронов до и после ритмической стимуляции подкорковых структур мозга показало, что в 27 – 34% случаев после ритмической стимуляции появляется или усиливается периодичность в разрядах нейронных потоков, отражая частоту данной стимуляции. Различия между результатами стимуляции структур мозга при данных условиях не были достоверны.

1. *Чиженкова Р.А.* Структурно-функциональная организация сенсомоторной коры (морфологический, электрофизиологический и нейромедиаторный аспекты). М: "Наука", 1986. 241 с.
2. *Чиженкова Р.А.* Электрические следовые процессы в нейронных популяциях сенсомоторной коры. Успехи современной биологии. 1998. 118(1): 109-128.
3. *Grillner S., Markram H., De Schutter E., Silberberg G., LeBeau F.* Microcircuits in action – from CPGs to neocortex. Trends Neurosci. 2005. 28 (10): 525-533.

### **ACTIVITY OF NEURONS OF THE SENSORIMOTOR CORTEX DURING PROLONGED RHYTHMICAL STIMULATION OF SUBCORTICAL STRUCTURES OF THE BRAIN**

**Chizhenkova R.A.**

Institute of Cell Biophysics of RAS, Pushchino, Russia; [chizhenkova@mail.ru](mailto:chizhenkova@mail.ru)

Cognitive functions, undoubtedly mainly base upon action of neuronal populations of the neocortex "neuronal circuits" [1-3]. Therefore necessity for knowledge of these phenomena is examination of activity of

cortical neurons on stimulation of subcortical structures, impulses from those delivered in neocortex by means of different tracts. Highly perspective approach to analysis of integration of information in consolidations of cortical neurons is consideration of neuronal activity in the sensorimotor cortex, since this cortical region is one of those brain structures with distinct plastic rearrangements of neuronal activity [1, 2].

The purpose of present investigation was to analysis of significance of different ways of influx of impulses in the sensorimotor cortex (specific, non-specific and antidromic) in rise of rearrangements of activity of neurons of the sensorimotor cortex during rhythmical stimulation.

Experiments were carried out in unanesthetized non-immobilized rabbits with electrodes preliminary implanted into the medial loop (ML), the reticular nucleus of the midbrain (RF), and the pyramidal tract (PT) under barbitural narcosis. Rhythmical stimulation of these subcortical structures was carried out with frequency 5 Gz during 10 – 30 sec.

Whole activity of 55 neurons in 17 animals were analyzed. Consideration of autocorrelation function of impulsation flows showed, that in 27 -- 34% of events after rhythmical stimulation rise or intensification of periodicity in neuronal activity takes place, which reflects frequency of this stimulation. The distinctions between results of stimulation of the subcortical structures were statistically uncertain.

1. Chizhenkova R.A. Structural-functional organization of sensorimotor cortex (morphological, electrophysiological and neurotransmitter aspects). M: "Nauka", 1986. 241 p.
2. Chizhenkova R.A. Electrical trace processes in neuronal population of sensorimotor cortex. *Uspekhi sovremennoyi biologii*. 1998. 118(1): 109-128.
3. Grillner S., Markram H., De Schutter E., Silberberg G., LeBeau F. Microcircuits in action – from CPGs to neocortex. *Trends Neurosci*. 2005. 28 (10): 525-533.

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ НИТРОБЕНЗОКСАДИАЗОЛОВ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДОНОРОВ NO: ОПЫТЫ НА БАКТЕРИЯХ

В.А. Чистяков<sup>1</sup>, Ю.П. Семенюк<sup>1</sup>, П.Г. Морозов<sup>1</sup>, Е.В. Празднова<sup>1</sup>, Е.Ю. Харченко<sup>1</sup>, В.К. Чмыхало<sup>1</sup>, И.О. Покудина<sup>1</sup>, М.Е. Клецкий<sup>1</sup>, Г.С. Бородкин<sup>1</sup>, А.В. Лисовин<sup>1</sup>, О.Н. Буров<sup>1</sup>, С.В. Курбатов<sup>1</sup>, В.А. Сerezhenkov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия, [jenya.xarchenko@yandex.ru](mailto:jenya.xarchenko@yandex.ru)

<sup>2</sup>Институт химической физики имени Н.Н.Семенова РАН, Москва, Россия

NO является мультимодальным регулятором множества физиологических процессов и патологических состояний (инфекционные, воспалительные, опухолевые заболевания) иммунной и нервной систем. Перспективным подходом к комплексной первичной оценке пригодности новых потенциальных доноров NO для дальнейших исследований является применение биосенсоров, объединяющих живые организмы и электронные модули. Методами нуклеофильного ароматического замещения и циклоприсоединения синтезированы дигетарилы, включающие суперэлектрофильный динитробензоксадиазольный фрагмент и π-избыточные азотистые гетероциклы. С помощью генно-инженерных Lux-биосенсоров (штамм) *E. Coli* MG 1655 pSoxS-lux количественно определена их способность вызывать SOX-индукцию, что может быть результатом генерации оксида азота *in vivo*. Исследуемые вещества показали статистически значимую индукцию SOX-оперона и высокую ДНК-протекторную активность при действии диоксида азота (штамм *E. Coli* MG 1655 pRecA-lux), возможно связанную с антиоксидантными свойствами оксида азота и отсутствием неспецифической токсичности. Интерес для поиска фармакологической активности представляют α- и β-пирролил производные 2,1,3-бензоксадиазолов (например, 4-(1-бензил-1*H*-пиррол-2-ил)-5,7-динитро-2,1,3-бензоксадиазол и 4-(1-бензил-1*H*-пиррол-3-ил)-5,7-динитро-2,1,3-бензоксадиазол), а наиболее перспективным является производное N-метилпиррола – 7-(1-метил-1*H*-пиррол-3-ил)-4,6-динитро-2,1,3-бензоксадиазол-1-оксид, имеющий слабый генотоксический эффект и сильный ДНК-протекторный эффект. Методом ЭПР для этих соединений подтверждена способность генерировать оксид азота. Для производного N-метилпиррола 7-(1-метил-1*H*-пиррол-3-ил)-4,6-динитро-2,1,3-бензоксадиазол-1-оксида и, в большей степени, для 7-(1-метил-1*H*-пиррол-2-ил)-4,6-динитро-2,1,3-бензоксадиазол-1-оксида показан их ингибирующий эффект в опытах с грамположительными бактериями *Streptococcus mutans* ATCC 25175, ассоциированными с развитием кариеса.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 14-13-00103.

### BIOLOGICAL PROPERTIES OF NITROBENZOXADIAZOLES – POTENTIAL DONORS OF NO: EXPERIMENTS ON BACTERIA

V.A. Chistyakov<sup>1</sup>, Yu.P. Semenyuk<sup>1</sup>, P.G. Morozov<sup>1</sup>, E.V. Prazdnova<sup>1</sup>, E.Y. Kharchenko<sup>1</sup>, V.K. Chmyhalo<sup>1</sup>, I.O. Pokudina<sup>1</sup>, M.E. Kletskiy<sup>1</sup>, G.S. Borodkin<sup>1</sup>, A.V. Lisovin<sup>1</sup>, O.N. Burov<sup>1</sup>, S.V. Kurbatov<sup>1</sup>, V.A. Serezhenkov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, [jenya.xarchenko@yandex.ru](mailto:jenya.xarchenko@yandex.ru)

<sup>2</sup>N.N. Semenov Institute of Chemical Physics, RAS, Moscow, Russia

NO is a multimodal regulator of many physiological processes, pathological states (infectious, inflammatory, neoplastic disease) of the immune and nervous systems. The most promising approaches to integrated primary assessing applicability of new potential donors of nitric oxide for future research is the use of biosensors that combine living organisms and electronic modules. Diheterils, including superelectrofilic dinitrobenzoxadiazole fragment and π-excessive nitrogen heterocycles, were synthesised by methods of nucleophilic aromatic substitution and cycloaddition. Using genetic engineering Lux-biosensors (strain) *E. coli* MG 1655 pSoxS-lux it was quantified defined their ability to cause SOX-induction which may be a result of the generation of NO *in vivo*. Test substances showed statistically significant induction of SOX-operon, elevated DNA-protective effect, by the action dioksidina (strain *E. Coli* MG 1655 pRecA-lux), possibly linked to the antioxidant properties of nitric oxide and the

absence of nonspecific toxicity. Interest to search of pharmacological activity are  $\alpha$ - and  $\beta$ -pyrrolyl 2,1,3-benzoxadiazole derivatives (for example, 4-(1-benzyl-1*H*-pyrrol-2-yl)-5,7-dinitro-2,1,3-benzoxadiazole and 4-(1-benzyl-1*H*-pyrrol-3-yl)-5,7-dinitro-2,1,3-benzoxadiazole), and the most promising is a derivative of *N*-methylpyrrole – 7-(1-methyl-1*H*-pyrrol-3-yl)-4,6-dinitro-2,1,3-benzoxadiazole 1-oxide, having a weak genotoxic effect and elevated DNA-protective effect. By the EPR method for these compounds it was confirmed the ability to generate nitric oxide. For a derived of *N*-methylpyrrole 7-(1-methyl-1*H*-pyrrol-3-yl)-4,6-dinitro-2,1,3-benzoxadiazole 1-oxide and in particular for the compounds 7-(1-methyl-1*H*-pyrrol-2-yl)-4,6-dinitro-2,1,3-benzoxadiazole 1-oxide shown their inhibitory effect in the experiments with gram-positive bacteria *Streptococcus mutans* ATCC 25175 associated with the development of caries.

*The study was performed with financial support of the Russian Science Foundation, the project № 14-13-00103.*

### **ВЛИЯНИЕ ИНТРАНАЗАЛЬНО ВВОДИМЫХ ИНСУЛИНА И СЕРТОНИНА НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ КРЫС С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2-ГО ТИПА**

**Чистякова О.В., Сухов И.Б., Шипилов В.Н., Шпаков А.О.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; chiosana@yandex.ru

При длительно текущем сахарном диабете 2-го типа (СД2) нарушаются функции инсулиновой и серотониновой систем мозга, что ассоциировано с нейродегенеративными изменениями в ЦНС и когнитивным дефицитом. Причинами этого являются снижение уровня гормонов в мозге и ослабление регулируемых ими сигнальных каскадов. Нами выдвинуто предположение, что повышение уровня инсулина и серотонина вследствие их интраназального введения улучшит функции инсулиновой и серотониновой систем мозга и восстановит когнитивные функции. Для этого изучали влияние лечения крыс с неонатальной моделью СД2 интраназально вводимыми инсулином и серотонином в суточных дозах 0.48 IU/крысу и 20 мкг/крысу, соответственно, на формирование и сохранение пространственной памяти. Для их оценки использовали водный тест Морриса, позволяющий быстро провести обучение животных, оценить формирование и консолидацию у них пространственной памяти. Введение гормонов начинали за неделю до обучения и продолжали в процессе тестирования. Тестирование повторяли на протяжении 5 дней (1-я серия) и через месяц оценивали консолидацию пространственной памяти (2-я серия). Диабетические животные в 1-й серии затрачивали на поиск платформы в 2 раза больше времени, чем контрольные крысы. Во 2-й серии снижение продолжительности латентного периода у диабетических крыс проходило намного медленнее, чем в контроле, что указывает на ухудшение пространственной памяти при СД2. Интраназальное введение инсулина и серотонина положительно влияло на продолжительность и динамику латентного периода у диабетических крыс. Лечение этими гормонами в 3–4 раза сокращало латентный период. Таким образом, инсулин и серотонин при интраназальном их введении восстанавливают дефицит гормонов в ЦНС крыс с СД2, что приводит к улучшению способности к обучению и пространственной памяти. Полученные нами данные указывают на перспективность интраназального способа введения гормонов для лечения осложнений ЦНС, ассоциированных с СД2.

*Работа поддержана Российским Научным Фондом (проект 14-15-00413).*

### **THE EFFECT OF INTRANASALLY ADMINISTERED INSULIN AND SEROTONIN ON THE COGNITIVE FUNCTIONS IN RATS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS**

**Chistyakova O.V., Sukhov I.B., Shipilov V.N., Shpakov A.O.**

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; chiosana@yandex.ru

In prolonged type 2 diabetes mellitus (T2DM) the functions of the brain insulin and serotonin systems disturbed, which is associated with neurodegenerative changes in the CNS and cognitive deficiency. The causes for this are the decreased levels of hormones in the brain and the attenuation of signaling cascades regulated by them. We have suggested that the increase of levels of insulin and serotonin due to their intranasal administration improves the functions of the brain insulin and serotonin systems and restores the cognitive functions. For this purpose, we studied the effect of treatment of rats with the neonatal model of T2DM with intranasally administered insulin and serotonin at the daily doses of 0.48 IU/rat and 20 mkg/rat, respectively, on the formation and maintenance of the spatial memory. To estimate these parameters, the Morris water maze test was used, which allows you to quickly carry out the training of animals, and to evaluate the formation and consolidation of their spatial memory. The administration of hormones started one week before the training and continued during the test. Testing was repeated for 5 days (1<sup>st</sup> series), and a month later evaluated spatial memory consolidation (2<sup>nd</sup> series). In the 1<sup>st</sup> series the time of platform search for diabetic animals was twice larger than that in control rats. In the 2<sup>nd</sup> series the lowering of the latent period for diabetic rats was much slower than in control, indicating the deterioration in spatial memory in T2DM. Intranasal administration of insulin and serotonin had a positive influence on the duration of the latent period and its dynamics in diabetic rats. The treatments by these hormones shortened a latent period three to four times. Thus, intranasally administered insulin and serotonin reduced hormone deficiency in the CNS of rats with T2DM, which leads to improved learning and spatial memory. Our findings point to the prospect of an intranasal route of administration of these hormones to treat CNS complications associated with T2DM.

*This work was supported by the Russian Science Foundation (project 14-15-00413).*

### САНОГЕННАЯ ПАМЯТЬ И ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

**Чокинэ В.К., Врабие В.Г., Глижин А.Г., Булат О.В., Дидиликэ И.М., Шавдарь Л.В., Дуб В.М., Таку Н.Н.**  
Институт физиологии и санокреатологии Академии наук Молдовы, Кишинэу, Республика Молдова,  
[valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Несмотря на многочисленные исследования, посвященные механизмам формирования и проявления памяти, по сегодняшний день отсутствует общепринятое определение, как самой памяти, так и саногенной.

Институтом физиологии и санокреатологии Академии наук Республики Молдовы, на базе системы взглядов о психическом здоровье (Фурдуй и др., 2013) и когнитивной психологии была сформулирована концепция о саногенной памяти, согласно которой память представляет собой *психический процесс адекватного отражения реальности через запоминание (запечатление, закрепление), хранение (сохранение, обеспечение), распознавание и последующее воспроизведение объективной информации, ощущений, эмоций, движений, знаний, предыдущего опыта, детерминирующие креативную и саногенную жизнедеятельность, объективный анализ и интерпретацию событий, феноменов, организацию рациональной повседневной деятельности, ориентацию во времени, пространстве, субъективном и объективном мире в соответствии с реальной ситуацией.*

Для определения степени адекватности памяти, мы идентифицировали 17 критериев проявления саногенной памяти: способность запоминания; умение адекватного воспроизведения информации; специфика экстернизации различных видов памяти – кратковременная, долговременная, оперативная, зрительная, слуховая, моторная, эмоциональная, ассоциативная, вербально-логическая, образная, абстрактная, рефлексивно-стереотипная, историко-социальная, социальная и саногенная. Эти критерии послужили основой для разработки соответствующих тестов.

Для каждого из перечисленных критериев были определены по 3-5 оперативных заданий. Всего были разработаны 320 вариантов этих заданий: 10 – для дошкольного возраста (2,5-4 лет и 4-6 лет), 255 – для школьного возраста (1-4 классов, 5-9 классов, 10-12 классов) и 55 – для взрослых.

Результаты оперативных заданий оцениваются как адекватные, частично адекватные и неадекватные. Если в соответствии с указанными оценками результаты выполнения теста с отметкой «адекватно» составляют 81-100%, то исследуемые классифицируются как субъекты с саногенной памятью или поликомпонентным уровнем психического здоровья, если же суммарные результаты тестов составляют 51-80% или 30-50%, тогда память отражает, соответственно, психомедиальный или субмедиальный уровни психического здоровья. Субъекты, которые при выполнении тестов набирают менее 29% адекватных результатов, относятся к ретардантному уровню психического здоровья.

### SANOGENIC MEMORY AND ITS DEFINITION

**Ciochina V.K., Vrabie V.G., Glijin A.G., Bulat O.V., Didilica I.M., Shawdary L.V., Dub V.M., Taku N.N.**  
The Institute of Physiology and Sanocreatology of the Academy of Sciences of Moldova, Chisinau, the Republic of  
Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Despite numerous studies of the mechanisms of memory formation and manifestation, until today a universally accepted definition of both memory proper and sanogenic one is absent.

The workers of the Institute of Physiology and Sanocreatology of the Academy of Sciences of the Republic of Moldova, on the basis of the edifice of mental health (Furdui et al., 2013) and cognitive psychology, formulated a conception on sanogenic memory, according to which memory is *a psychic process of adequate reflection of reality through memorization (imprinting, consolidation), storage (preservation, ensuring), recognition and subsequent reproduction of objective information, sensations, emotions, movements, knowledge, previous experience determining creative and sanogenic vital activity, unbiased analysis and interpretation of events, phenomena, organization of reasonable daily activities, orientation in time, space, subjective and objective world in compliance with the real situation.*

To determine memory adequacy degree, we have identified 17 criteria of sanogenic memory manifestation: retention; ability to adequately reproduce information; specificity of exteriorization of various kinds of memory – short-term, long-term, on-line storage, visual, auditory, motor, emotional, associative, verbal-logical, figurative, abstract, reflex-stereotype, historico-social, social and sanogenic. These criteria have served as a basis of the corresponding tests.

For each of the listed criteria, 3-5 operative tasks have been determined. A total of 320 variants of these tasks have been elaborated: 10 – for the preschool age (2.5-4 years and 4-6 years), 255 – for the school age (1-4 grades, 5-9 grades, 10-12 grades) and 55 – for adults.

The results of the operative tasks were assessed as adequate, partly adequate and non-adequate. If, in accordance with these rates, the test results valued as "adequate" made up 81-100%, the individuals under the study were classified as subjects with sanogenic memory or the polycomponent level of mental health. If the total results of the tests constituted 51-80% or 30-50%, it was considered that the memory had reflected, respectively, the psychomedial or the submedial levels of mental health. At last, the subjects who scored less than 29% as adequate results were referred to those with the retardant level of mental health.

### МЫШЛЕНИЕ. ЕГО САНОГЕННОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ И ПУТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ

**Чокинэ В. К., Глижин А.Г., Березовская Е.С., Дуб В.М., Куцулаб А.М., Георгиу З.Б.**  
Институт физиологии и санокреатологии АН Молдовы, Кишинэу, Республика Молдова,  
[valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Саногенное мышление, как и саногенное сознание, и саногенная память, занимает особое место в психосанокреатологии. Поэтому перед нами стояла задача разработать концепцию о саногенном мышлении и тесты для его изучения, базируясь при этом на представлении о психическом здоровье и о



роли мышления в когнитивной деятельности организма. Согласно этой концепции саногенное мышление является *психическим процессом, непосредственно, обобщенно и абстрактно отражающим фундаментальные качества реальности путем установления связей и отношений между объектами, субъектами, событиями, феноменами, явлениями и т. д. и результатом этого процесса, который контурируется посредством генерирования мозгом адекватных, креативных и эффективных понятий, суждений, концепций, теорий и т. д., обеспечивающих объективное постижение реальности, повышение объема знаний, креативности и саногенности, развитие интеллекта и их адекватную экстерииоризацию.*

Для определения степени адекватности мышления, были идентифицированы 13 критериев экстерииоризации мышления: 1) *проявление мышления* – способность формирования адекватных понятий, изображений, концепций и др.; способность к обобщению; умение выделить суть события, явления и т. д.; 2) *оперативность и ориентация мышления* – способность к оперативному анализу, синтезу осознания ситуаций; умение ориентироваться в пространстве и времени; 3) *модальность мышления* – системное, многоплановое и фрагментарное; 4) *функция регулирования мышления* – способность влияния мышления на поведение; 5) *мотивация мышления* – мотивация к мышлению; мотивация экстерииоризации знаний и интеллекта; способность определения своих и чужих намерений; умение мыслить санокреатологически; способность мыслить социально. Эти критерии были использованы в качестве основы для создания тестов. Для выявления саногенности манифестации перечисленных критериев были составлены по 3-5 оперативных заданий. В общей сложности создано 330 конститутивных компонентов тестов: 70 – для дошкольного возраста (2,5-4 лет и 4-6 лет), 195 – для школьного возраста (1-4 классов, 5-9 классов, 10-12 классов) и 65 – для взрослых. Они легли в основу разработки эвристического метода оценки индивидуального уровня проявления саногенного мышления, согласно которому, если результаты выполнения теста с отметкой «адекватно» составляют 81-100%, то исследуемые классифицируются как субъекты с саногенным мышлением или поликомпонентным уровнем психического здоровья, если же суммарные результаты тестов составляют 51-80% или 30-50%, тогда мышление отражает, соответственно, психомедиальный или субмедиальный уровни психического здоровья. Субъекты, которые при выполнении тестов набирают менее 29% адекватных результатов, относятся к ретардантному уровню психического здоровья.

#### **THINKING, ITS SANOGENIC MANIFESTATION AND THE WAYS OF IDENTIFICATION** **Ciochina V.K., Glijin A.G., Berezovschiia E.S., Dub V.M., Cutulab A.M., Gheorghiu Z.B.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology of the Academy of Sciences of Moldova, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Sanogenic thinking, like sanogenic consciousness and sanogenic memory, has a special place in psychosanocreatology. Therefore, our task was to elaborate a conception on sanogenic thinking and tests for study of the matter grounding them on the notion of mental health and the role of thinking in the organism's cognitive activity. According to this conception, sanogenic thinking is *a psychic process that immediately, generalizedly and abstractedly reflects fundamental features of reality through the establishment of connections and relations between objects, subjects, events, phenomena etc and the result of this process, which is contoured via generation by the brain of adequate, creative and effective notions, judgments, conceptions, theories etc ensuring objective comprehension of reality, enhancement of knowledge, creativity and sanogenity, intellect development and their adequate exteriorization.*

To determine thinking adequacy degree, 13 criteria of thinking exteriorization have been identified: 1) *thinking manifestation* – ability to form adequate notions, images, conceptions etc, capacity for generalization, ability to highlight the essence of an event, a phenomenon etc; 2) *thinking immediacy and orientation* – capacity for immediate analysis, synthesis of realization of situations, ability to orientate oneself in space and time; 3) *thinking modality* – systemic, multipronged and fragmentary; 4) *the function of thinking regulation* – thinking ability to influence behavior; 5) *thinking motivation* – motivation to think, motivation to exteriorize knowledge and intellect, capacity for determination of one's and others' intentions, ability to sanocreatologically think, ability to socially think. These criteria were used as a basis of tests. To reveal sanogenity of the listed criteria's manifestation, by 3-5 operative tasks have been made up. In sum, 330 constitutive components of the tests have been composed: 70 – for the preschool age (2.5-4 years and 4-6 years), 195 – for the school age (1-4 grades, 5-9 grades, 10-12 grades) and 65 – for adults. They served as a basis of elaboration of a heuristic method of sanogenic thinking manifestation individual level assessment, according to which, if the test results valued as "adequate" made up 81-100%, the individua under the study were classified as subjects with sanogenic thinking or the polycomponent level of mental health. If the total results of the tests constituted 51-80% or 30-50%, it was considered that the thinking had reflected, respectively, the psychomedial or the submedial levels of mental health. At last, the subjects who scored less than 29% as adequate results were referred to those with the retardant level of mental health.

#### **ОБОБЩЕННЫЕ ФОТОПОРТРЕТЫ МУЖИЧЬ – БЕДУИНОВ ЮЖНОГО СИНАЯ** **А.М. Чумакова<sup>1</sup>, А.М. Маурер<sup>1</sup>, Е. Кобылянский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>НИИ и Музей антропологии МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия; <sup>2</sup>Кафедра анатомии и антропологии Медицинского факультета Тель Авивского университета, Израиль

Цель работы заключалась в создании обобщенных фотопортретов (ОФП) бедуинов Южного Синая на основе фотоматериалов израильской экспедиции 1979-1982гг с использованием новых цифровых технологий.

Материал и методы: 89 фотоснимков лиц бедуинов в двух нормах – анфас и профиль, выполненные фотокамерой Никон, объективом 135 мм.

Цифровые методы: авторская программа «Face on face» Савинецкого-Сыроежкина-Маурера. Морфологические данные: измерительные признаки головы (окружность головы, поперечный, продольный,

скуловой и нижнечелюстной диаметры, высота лица и носа, длина носа, минимальная ширина лба), вычислены головной и лицевой указатели. Антропоморфические признаки (в поле определявшиеся по шкалам Фишера-Заллера): цвет глаз (при сборе материала черный оттенок обозначали баллом 9), цвет волос, форма волос. Значения признаков приводятся для отдельных племенных группировок, а также для всей совокупной мужской выборки бедуинов Синая.

Результаты: Цифровым методом выполнены фотообобщения, дополняющие информацию о различных аспектах антропологической изменчивости в племенах бедуинов: три фотопортрета, отражающих возрастную специфику, профильный портрет, восполняющий информацию по вертикальной профилировке лица, строению носа. Получены наглядные интегральные образы представителей отдельных племен и подплемен, а также популяции в целом.

Проведенный поплеменной анализ вариации измерительных и антропоморфических признаков выявил ряд достоверных различий (по поперечным размерам и высоте лица, пигментации и цвету глаз и волос, форме волос). Даны характеристики антропологических вариантов бедуинских племен, описаны важные признаки внешности.

Выводы: в ряде случаев можно судить о сопоставимости результатов визуального анализа обобщенных фотопортретов с биометрическим, в других – о привлечении дополнительной информации. Обобщенные фотопортреты однородных племен музейна и «другие» согласуются с метрической информацией, портреты субструктур пестрого по происхождению племени джебелия визуализируют и дополняют табличную информацию.

Ключевые слова: этническая антропология, обобщенный фотопортрет, бедуины южного Синая, племена, характеристика антропологических вариантов, признаки внешности

### **COMPOSITE PHOTO PORTRAITS OF SOUTHERN SINAI BEDOUINS**

**A.M.Chumakova<sup>1</sup>, A.M.Maurer<sup>1</sup>, Eu.Kobyliansky<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Institute and Museum of Anthropology, <sup>2</sup>Tel-Aviv University, Sackler Faculty of Medicine, Department of Anatomy and Anthropology, Tel-Aviv, Israel

**Abstract.** The aim of the research was to create a series of composite portraits (CPP) of southern Sinai Bedouins Tribes, based on individual photographs, collected during the field study in 1979- 1982 years by investigators from Tel Aviv University.

**Material and methods:** 89 photographs of Bedouin persons in two norms – full face and profile, made with camera Nikon (135 mm lens). A computer program «Face on face» created by Savinetsky – Syroezhkin- Maurer was used to create composite photo portraits of southern Sinai Bedouins. Morphological data such as craniometric measurements of the head (head circumference, head length, head breadth, minimal frontal breadth, bi-zygomatic breadth, bi-gonial breadth, morphological facial height, sub- nasion-gnathion height, nasal breadth, nasal height, nasal length, nasal bridge length, head and facial indexes were evaluated. Descriptive head and face traits (collected during field study) according to the scale of Fisher-Zaller): hair color, hair form, eye color .were also used. **Results:** Composite photo portraits were created to complete the information about different aspects of anthropological variability in Bedouins tribes. The analysis of measuring and descriptive traits variation in Bedouins subtribes revealed a number of significant differences in transverse sizes and height of the face, pigmentation and eye color and hair, hair form. **Conclusions:** The comparability of the results of visual analysis of composite portraits with biometric data, of homogeneous Muzeina tribe and the tribal group "others" are consistent with the metric information, portraits of subtribes of the Gebelia tribe visualize and complete the genealogical data of the tribe substructure.

**Key words:** ethnic anthropology, composite portraits, South Sinai Bedouins, the tribes, the anthropological appearance description, face morphology.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРВНЫХ АППАРАТОВ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НОВОРОЖДЕННОЙ КРЫСЫ**

**Чумасов Е.И., Петрова Е.С., Коржевский Д.Э.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия . [iemmorphol@yandex.ru](mailto:iemmorphol@yandex.ru)

С помощью иммуногистохимических маркеров на синаптофизин (Syn), белок PGP 9.5 и тирозингидроксилазу (TH) изучали развитие иннервации поджелудочной железы (ПЖ), выделенной, при взятии материала, вместе с фрагментом двенадцатиперстной кишки новорожденных крыс (n=4). Иммуногистохимические реакции проводили на парафиновых срезах (Д.Э.Коржевский с соавт., 2012; 2014). Установлена тесная связь между нервными аппаратами двух органов, развивающихся из одного и того же зародышевого листка – энтодермы. Показано, что часть элементов миоэнтерального ганглиозного сплетения из стенки двенадцатиперстной кишки проникает в презумптивную ПЖ и колонизирует её ткани. Установлена не только связь между двумя ганглиозными сплетениями, но и подтверждены морфологическое и биохимическое сходства между микроганглиями миоэнтеральной нервной системы и ганглиями и нервным сплетением ПЖ новорожденной крысы. Выяснилось, что абсолютное большинство дифференцирующихся нейронов и пучков аксонов обоих сплетений относятся к парасимпатическому отделу вегетативной нервной системы. Катехоламинергические нейроны в ПЖ отсутствуют, а приходящие в орган извне пучки симпатических проводников малочисленны и участвуют в основном в иннервации кровеносных сосудов. Наибольшая плотность парасимпатических волокон выявлена вблизи групп эндокринных клеток и формирующихся островков ПЖ.

Впервые с помощью комплекса нейроиммуногистохимических реакций на PGP 9.5, Syn и TH в панкреатических ганглиях новорожденных крыс обнаружены два типа перикариальных нервных аппаратов, варикозные терминалы которых образуют вокруг перикарионов нервных клеток холинергические и катехоламинергические синапсы.

### THE NERVOUS APPARATUS OF THE PANCREAS IN NEWBORN RAT

**Chumasov E.I., Petrova E.S., Korzhevskii D.E.**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Experimental Medicine",  
St. Petersburg, Russia. E-mail: [iemmorphol@yandex.ru](mailto:iemmorphol@yandex.ru)

Nervous system of the pancreas (Pn) and duodenum (D) in Wistar newborn rats (n=4) was studied using synaptophysin (Syn), tyrosine hydroxylase (TH), or protein gene product 9.5 (PGP 9.5) immunohistochemistry. Immunohistochemical reactions were performed on paraffin sections (D.E.Korzhevskii et al., 2012; 2014). Pn and D originate from one and the same embryonic layer, the endoderm. The interconnection between the nervous apparatus of these organs has been studied. We found that some of the elements of mioenteral ganglionic plexus of the D penetrate into the Pn tissue and colonize it. Morphological and biochemical similarities between microganglia of the D and the Pn in newborn rats have been found. The majority of differentiating neurons and axons of both plexes seem to belong to parasympathetic system. Catecholaminergic neurons in the pancreas are not found. The sympathetic conductors are few and are involved primarily in the innervation of blood vessels. The highest density of parasympathetic fibers was found near the islets of the pancreas.

Using immunohistochemical reactions to PGP 9.5, Syn and TH, two types of pericellular nerve apparatus were found in pancreatic ganglia of newborn rats. Cholinergic and catecholaminergic synapses were shown around perikaryon of nerve cells in the form of varicose terminals.

### ВЛИЯНИЕ ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА УРОВЕНЬ ЭКСПРЕССИИ АЦЕТИЛИРОВАННЫХ И МЕТИЛИРОВАННЫХ ФОРМ ГИСТОНОВ В НЕЙРОНАХ НЕОКОРТЕКСА И ГИППОКАМПА КРЫС

**Чурилова А.В., Глушенко Т.С., Самойлов М.О.**

Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Науки Институт физиологии имени И.П. Павлова  
РАН, Санкт-Петербург, Россия, [annch05@mail.ru](mailto:annch05@mail.ru)

Гипобарическая гипоксия, в зависимости, от режима ее предъявления, может вызывать тяжелые функциональные нарушения деятельности мозга либо повышать адаптивные возможности организма. Тяжелая гипобарическая гипоксия (ТГГ, 180 мм рт ст, 3 ч) приводит к структурным повреждениям нейронов неокортекса и гиппокампа. Вместе с тем, сеансы умеренной гипобарической гипоксии (УГГ, 360 мм рт ст, 3 сеанса по 2 ч, интервал 24 ч) способствуют формированию гипоксической толерантности нейронов мозга. Препрекондиционирование с использованием трехкратной УГГ эффективно предотвращает структурные повреждения нейронов неокортекса и гиппокампа крыс, обусловленные действием ТГГ. Нейропротективный эффект препрекондиционирования связан с экспрессией генов. Важная роль в активации транскрипции генов принадлежит эпигенетическим механизмам регуляции конформационных свойств хроматина. Согласно данным литературы, ацетилирование гистона H3 по лизину 24 (acH3K24) приводит к релаксации хроматина, облегчая связывание транскрипционных факторов с ДНК и способствуя активации экспрессии генов. Метилирование гистона H3 по лизину 9 (H3K9me2) оказывает противоположный эффект. Роль посттрансляционных модификаций гистонов в молекулярных механизмах гипобарической гипоксии недостаточно изучена. Целью настоящей работы явилось изучение особенностей экспрессии acH3K24 и H3K9me2 в ответ на действие повреждающей или протектирующей гипобарической гипоксии в нейронах неокортекса и гиппокампа крыс. С помощью иммуногистохимического метода показано, что ТГГ подавляла экспрессию acH3K24, а трехкратная УГГ, напротив, вызывала ее повышение в нейронах как неокортекса, так и гиппокампа крыс. Вместе с тем, иммунореактивность к H3K9me2 увеличивалась в ответ на ТГГ, но уменьшалась после трех сеансов УГГ. Препрекондиционирование трехкратной УГГ приводило к усилению экспрессии acH3K24 и одновременно снижению содержания H3K9me2 в нейронах исследуемых структур мозга после ТГГ. Полученные данные свидетельствуют о том, что повреждающий и протективный режимы гипобарической гипоксии вызывают разнонаправленные изменения экспрессии ацетилированных и метилированных форм гистона H3. Посттрансляционные модификации, индуцируемые ТГГ, по всей видимости, приводят к ингибированию транскрипции генов. Это, в свою очередь, может предопределять структурные повреждения и гибель нейронов головного мозга. В то же время, трехкратная протективная УГГ способствует релаксации хроматина и, как следствие, инициации транскрипции генов.

### THE EFFECT OF HYPOBARIC HYPOXIA ON THE EXPRESSION OF ACETYLATED AND METHYLATED SITES OF HISTONES IN NEURONS OF RAT NEOCORTEX AND HIPPOCAMPUS

**Churilova A., Gluschenko T., Samoilov M.**

Pavlov Institute of Physiology of Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia, [annch05@mail.ru](mailto:annch05@mail.ru)

Hypobaric hypoxia depending on its mode can induce severe functional abnormalities of the brain activity or enhance adaptive potential of the organism. Severe hypobaric hypoxia (SHH, 180 mm Hg, 3 h) induces structural damages of the neocortical and hippocampal neurons. In contrast, sessions of mild hypobaric hypoxia (MHH, three episodes of 360 mm Hg for 2 h spaced at 24 h) trigger brain hypoxic tolerance formation. Preconditioning using three-trial MHH effectively prevents the neuronal damages caused by SHH. The neuroprotective effect of the preconditioning is associated with gene expression. Epigenetic mechanisms regulating the package of chromatin are known to play an important role in activation of gene transcription. According to current knowledge acetylation of histone H3 at Lysine 24 (acH3K24) promotes chromatin relaxation and facilitates binding of transcription factors to the DNA resulting in activation of gene expression. Methylation of histone H3 at Lysine 9 (H3K9me2) has an opposite to acH3K24 effect on the chromatin conformation. The role of posttranslational modifications of histones in the molecular mechanisms of hypobaric hypoxia has not been investigated. In the present study the expression levels of acH3K24 and H3K9me2 in response to injurious or protective hypobaric hypoxia were examined in neurons of rat neocortex and hippocampus. Using immunohistochemistry it was shown that SHH suppressed acH3K24 expression while three-trial MHH upregulated it in neurons of the neocortex as well as hippocampus. In

contrast. immunoreactivity to H3K9me2 was increased by SHH and was decreased by three-trial MHN. Preconditioning using three-trial MHN facilitated acH3K24 expression and downregulated H3K9me2 levels after SHH in the brain regions studied. The data obtained indicate that injurious and protective mode of hypobaric hypoxia has an opposite effect on the expression levels of acetylated and methylated sites of histone H3. Posttranslational modifications induced by severe hypoxia apparently inhibit gene transcription leading to structural damages of the brain neurons and their loss. In contrast, three-trial MHN contributes to chromatin relaxation and activation of gene transcription.

## **ОБЪЕКТИВАЦИЯ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА НЕЙРОФИЛОСОФСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (НФИ)**

**Чусов А.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова", Москва, РФ, anchusov@yandex.ru

Предметная область НФИ формируется одновременно как конкретно-научная и философская. Рассмотрим науку и "предметную область науки" (ПОН) в составе мира как взаимодействия объектов. Заимствуя средства и методы иных развитых наук, НФИ перешли от элементарных к сложным моделям и столкнулись со спецификой данной ПОН – немасштабируемостью моделей и гиперсложностью изучаемых объектов. Отличая предмет (как "данность объекта субъекту") от просто объекта, рассмотрим ПОН как воспроизводимую и воспроизводящуюся в отношении к науке связь специфических предметов и предметных отношений. Структура ПОН: <субъект, средства, методы, результаты, предметная область, объектная область>. ПОН составляют выделенные на эмпирическом и теоретическом уровнях специфические типы данностей (феномены, явления, сущности, отношения, процессы, акты, взаимодействия, в т.ч. теоретические данности = данности представления), в связи со средствами и способами их установления, конституирования и преобразования.

Определим: объект = относительно самостоятельный фрагмент мира; относительная самостоятельность = воспроизводство части предпосылки существования посредством собственной активности. Частными случаями объекта являются субъект, предмет, метод, средство и результат. В структуре мира объект есть конкретное вхождение объекта в мир, т.е. кортеж «объект<sub>1</sub>, место<sub>1</sub>>, ... <объект<sub>n</sub>, место<sub>n</sub>>» (в случае НФИ – при огромных n).

Рассмотрим относительную самостоятельность (объектность) компонентов ПОН.

НФИ – это синтез предметных и объектных уровней, локально выделяемых в связи с тем, какие типичные объекты а) существуют, б) возникают, в) воспроизводятся как типы целого.

Существующее целое можно выделить лишь устанавливая границы между объектом и иным. Актуальность существования означает, что нужно устанавливать различия в действиях и взаимодействиях. Граница объекта есть мировая структура, структура диспозиций, являющаяся и выявляемая в локальных взаимодействиях (что возвращает к античным онтическим определениям, прежде всего – к "отличию"). Взаимодействие как сложный синтез действий (переносов структур), содержит базисные характеристики объективации (фиксация структуры, приведение отождествляемого объекта к существованию в мире, а не только в представлении). Конкретный объектный уровень взаимодействий определяет не только конкретные объективации как воспроизводимые типичные структуры по обе стороны границы объекта-в-мире, но и саму границу как тип отношения между структурами. К условиям и предпосылкам объективации в области НФИ относятся другие актуальные объекты, в т.ч. иные взаимодействия, что усложняет соответствие предмета, объекта, субъекта, средства, методов и результатов специфике (типичной сложности и своеобразию взаимодействий) этой ПОН.

## **OBJECTIVIZATION AS A PROBLEM OF METHODOLOGY OF NEUROPHILOSOPHICAL RESEARCH (NPR)**

**Chusov A.V.**

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education M.V.Lomonosov Moscow State University,  
[anchusov@yandex.ru](mailto:anchusov@yandex.ru)

We define: "subject-matter" = givenness of the object to the subject; "subject-matter area of science" (SMAS) = a reproducible and reproducing in a science ensemble of specific subject-matters and subject-matter relations; "world" = the interaction of objects; "object" = relatively self-dependent fragment of the world; "relative self-dependancy" of smth = reproduction of a part of presuppositions of its existence through its own activity; structure of SMAS = <subject, means, methods, results, subject-matter area, object area>; action = translation of a structure. Subject (human actor), subject-matter, method, means and result are particular cases of object.

Let's consider the science and SMAS as parts of the world. Let's investigate the relative independence (objectivity) SMAS components. Specialty of NPR is formed and forming as a specifically scientific and as philosophical one. SMAS is synthesized on a base of empirical and theoretical levels of specific types of givenness (phenomena, events, entities, relationships, processes, interactions and presentations), in connection with the means and methods of their establishment, constitution and transformation. Borrowing means and methods of other already developed sciences, NPR moved from elementary to complex models, and confronted with the specifics of its SMAS – non-scalability of simple models and hypercomplexity of studied objects.

In a world there are not sole objects but entries of objects into the world as pairs <object, place>. Specifics of NPR is synthesized from subject- and object-levels allocated in connection to "how a typical object as a whole: a) exists, b) occurs c) is reproduced". An existing whole may be marked only by establishing the boundary between that object and another (it returns to an ancient ontical definitions, especially to "difference"). The actuality of existence is to be interpreted as a necessity of differences in actions and interactions. The boundary of an object is the world-structure, the structure of dispositions. It is also detectable in local interactions (let's return to ancient

ontic determinations, first of all – "other" and "difference"). Interaction as a complex synthesis of actions contains the basic characteristics of objectivization (fixation of the structure which brings the object into existence in the world, not only in the presentation). A concrete object-level-interaction determines not only the specific objectivization as concrete typical structures on both sides of the border of the object-in-the-world, but the borders as the type of relationship between the structures. As conditions and presuppositions of objectivization in the NPR there are other actual objects and interactions. It complicates the conformity of subject, object, subject-matter, means, methods and results to the specifics (typical complexity and originality of interactions) of the SMAS.

### **ДИНАМИКА СТАТОКИНЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПЫТУЕМЫХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЕЛИГЕОМАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ**

**Чуян Е.Н., Бирюкова Е.А., Миронюк И.С., Раваева М.Ю.**

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского». г. Симферополь,  
Республика Крым, Российская Федерация; e-mail: biotema@rambler.ru

Исследована динамика статокинетических показателей 20-ти условно-здоровых волонтеров женского пола в возрасте 18-21 года с учетом гелиогеомагнитной активности в течение 28-ми суток с помощью стабилметрической платформы ST-150 с штатным программным обеспечением STPL (ООО Мера-ТСП, г. Москва). Для анализа стабิโลграмм использовали показатели площади (S, кв мм) и длины статокинезиограмм (L, мм). Для оценки параметров геомагнитной активности использовали планетарный индекс  $A_p$ , а для количественной характеристики степени солнечной активности – показатель относительного числа солнечных пятен или «числа Вольфа» (W).

При проведении стабилметрического исследования у испытуемых, начиная со 2-х суток исследования были зарегистрированы значительные колебания значений статокинезиограммы в пробе Ромберга как с открытыми, так и с закрытыми глазами. Заметим, что значения  $A_p$  индекса в исследуемый период находились в диапазоне от 11 до 41 нТл, числа Вольфа – от 25 до 163, что, соответствовало спокойному геомагнитному фону и умеренной солнечной активности, однако на 22-е ( $A_p = 30$  нТл) и 28-е сутки ( $A_p = 41$  нТл) исследования было отмечено увеличение значения как  $A_p$  (возмущенное магнитное поле), так и увеличение значений числа Вольфа на 2-е сутки ( $W=141$ ), 26-е сутки ( $W=163$ ). Так, на 22 –е сутки увеличения геомагнитной активности показатели статокинетических значений статокинезиограммы в пробе Ромберга с открытыми глазами значения показателя S увеличились на 91,5 %, L на 100,8%, а с закрытыми глазами S 52,7% на , L на 88 %. Заметим, что увеличение значений статокинетических показателей регистрировали уже за 1-2 дня до увеличения  $A_p$ -индекса, В дни увеличения солнечной активности на 26-е сутки исследования с открытыми глазами S 34,6% длина L на 89,2% , а с закрытыми глазами S на 81,3% , L на 88% относительно дней со спокойной гелиогеомагнитной активностью. Так, наибольшие изменения исследуемых показателей у испытуемых были зарегистрированы в среднем через 1-2 дня после существенных флуктуаций чисел Вольфа и совпадали по фазе с колебаниями значений индекса геомагнитной активности, что позволяет сделать вывод о связи динамики статокинетической устойчивости волонтеров с флуктуациями гелиогеомагнитных факторов.

### **DYNAMICS OF THE STATOKINETIC INDICATORS OF EXAMINEES UNDER THE INFLUENCE OF GELIGEOMAGNETIC FACTORS**

**Chuyan E.N., Birukova E.A., Mironyuk I.S., Ravaeva M. Yu.**

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol 295007, Crimea, Russia, e-mail: biotema@rambler.ru

Dynamics of the statokinetic indicators of 20 female conditional and healthy volunteers at the age of 18-21 considering heliogeomagnetic activity within 28 days by means of the stabilometric platform ST-150 with the regular software of STPL (Mer-TSP Ltd company, Moscow) is investigated. For the analysis stabilogram used area indicators (S, Sq.mm) and lengths (L, mm) statokineziogramm. For an assessment parameters of geomagnetic activity used the planetary index  $A_p$ , and for the quantitative characteristic degree of solar activity – an indicator of relative number of solar spots or "Wolf numbers" (W). When carrying out stabilometric research of examinees, since 2 days of research considerable fluctuations values of a statokineziogramm in Romberg's test as with opened eyes, and blindly have been registered. Notice that values of  $A_p$  index during the investigated period were in range from 11 to 41 nT, Wolf numbers – from 25 to 163 that, corresponded to a quiet geomagnetic background and moderate solar activity, however on the 22nd ( $A_p = 30$  nT) and the 28th day ( $A_p = 41$  nT) researches has been noted increase value like  $A_p$  (the indignant magnetic field), and increase in values of Wolf numbers for the 2th day ( $W=141$ ), the 26th day ( $W=163$ ). Thus, on 22-th day increase in geomagnetic activity indicators the static kinetic values of static kinesigram in Romberg's test with open eyes value of an indicator of S have increased by 91,5%, L for 100,8%, and blindly S 52,7% on, L for 88%. Notice that increase in values of the statokinetic indicators registered in 1-2 days prior to increase  $A_p$  index. In days of increase in solar activity for the 26th day of research with open eyes S 34,6% length of L for 89,2%, and blindly S for 81,3%, L for 88% concerning days with quiet heliogeomagnetic activity. Thus, the greatest changes of the investigated indicators of the examinees have been registered on average in 1-2 days after essential fluctuations of Wolf numbers and coincided on a phase with fluctuations values of index of geomagnetic activity that allows to draw a conclusion on connection of dynamics of statokinetic stability of volunteers with fluctuations of heliogeomagnetic factors.

**ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ МОЗГА**  
**Шабанов Г.А., Лебедев Ю.А., Рыбченко А.А., Максимов А.Л.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский центр «Арктика»  
Дальневосточного отделения Российской академии наук, Магадан–Владивосток, Россия,  
[arktika@online.magadan.su](mailto:arktika@online.magadan.su)

В 2008 г в центре был разработан Регистратор спектра электромагнитной активности головного мозга на основе индукционных датчиков – «РС МЭГИ-01», которые представляли собой многовитковые катушки, рассчитанные на регистрацию магнитного поля напряженностью 5-10 пТл. Такая система съема позволяла надежно регистрировать суммарную (глобальную) активности мозга с выделением 840-4200 спектральных гармоник в диапазоне 27-0,1 Гц с временем интегрирования 160 сек. На этой основе разработана технология функционально-топической диагностики внутренних органов человека и оценки его состояния. При дальнейших научных исследованиях оказалось, что в основе регистрируемых сигналов лежат не электромагнитные, а процессы механического характера, связанные с изменением кровенаполнения сосудов мозга. Так при закреплении датчиков выше поверхности головы на 5-10 мм на независимой подвеске, сигнал практически полностью исчезал. Было высказано предположение, что индукционный датчик, находясь в постоянном магнитном поле земли, регистрирует вибрации (тремор) сосудистой и мышечной системы головы. При увеличении напряженности постоянного магнитного поля в области регистрации посредством постоянного магнита на независимой подвеске, амплитуда сигнала с датчика увеличивалась на порядок. Это указывало, что индукционный датчик регистрирует скорость его механического перемещения в пространстве. Для подтверждения предположения о вибрациях головного мозга применялись акустические датчики положения. Были использованы широкополосные гидрофоны на основе пьезокерамики. Оказалось, что головной мозг буквально «гудит» в инфразвуковом диапазоне от 0,1 до 30 Гц. Акустические волны, распространяющиеся в радиальном направлении, имеют спектральный максимум в диапазоне 8-10 Гц, в тангенциальном направлении – 3-6 Гц. Было проверено поведение классических ЭЭГ электродов в акустической среде. Хлорсеребряный пластинчатый электрод размещался на слоистой структуре, пропитанной гелем и установлен на вибронный стол. Оказалось, что потенциал поляризации электрода 80-100 мВ модулировался в пределах 5-10 мкВ при включении вибраций с амплитудой, близкой к вибрациям головного мозга. Предложена рабочая гипотеза, что магнитное и электрическое поле мозга на порядок меньше общепринятых значений. Электрическое поле мозга в значительной степени размывается и ослабляется на ликворном высокопроводящем слое головы. Акустические поля головного мозга излучаются гладкой мускулатурой сосудистой системы мозга и мембранами нервных клеток.

**STUDY OF BRAIN ACOUSTIC FIELD**

**Shabanov G.A., Lebedev Yu.A., Rybchenko A.A., Maksimov A.L.**

Federal State Institution of Science Scientific Research Centre "Arktika" Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Magadan–Vladivostok, Russia

In 2008 a recorder of brain electromagnetic activity spectrum was worked out based on induction transmitters made as multiturn coils intended for 5–10 pT magnetic field registering. Such pickup system enabled to reliably register brain total (global) activity and acquire 840–4200 spectral harmonics within the range of 27–0.1 Hz with 160 sec integrating time.

Then, the technology of functional-topical diagnosing of human body internal disorders and estimation of the entire state was elaborated. At later studies it turned out that it was not electromagnetic but mechanical processes that underlay the registered responses and were connected with blood filling in brain vessels. If the transmitters were fixed 5–10 mm above the head on a separate hanger, the response disappeared. We assumed that induction transmitters being in earth's permanent magnetic field registered vibration (tremor) of head vascular and muscular systems. When the stress of permanent magnetic field in registration area was increased with steady magnetization, the response range from the transmitter became next-higher order. That testified that the induction transmitter registered the rate of its spatial displacement. To confirm the assumption of brain vibrations, acoustic transmitters were applied. We used broad-band hydrophone receivers based on piezoceramics. As it turned out, brain simply "buzzes" within the infrasonic range of 0.1–30 Hz. Acoustic waves running in radial direction have spectral maximum in the range of 8–10 Hz and those in tangential direction – 3–6 Hz. Classical EEG electrodes in acoustic environment were observed in their behavior aspect. Silver-chloride blade electrode was located on multilayer structure soaked in gel and then placed on a vibration table. Found that, when switching to vibration range close to brain vibrations, potential of 80–100 mV electrode polarization was modulated within the range of 5–10 mcV. We tentatively assumed that brain magnetic and electric field is next smaller than generally accepted values. Brain electric field is to a great extent attenuated on a liquor high-conductive layer of the head. Brain acoustic fields are radiated by vascular smooth muscles and glial cells of the brain.

**ОСОБЕННОСТИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ**  
**ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ**

**Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Ситдигов Ф.Г., Билалова Г.А., Гайнутдинова Р.Р.,  
Фирсова Ю.Д.**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, [bettydn@mail.ru](mailto:bettydn@mail.ru)

Влияние различных режимов двигательной активности на функциональное состояние организма подростков изучалось целым рядом исследователей (Виру А.П., 1983; Фомин Н.А., 2003; Кудря О.Н., 2013; G.P. Chrousos, 2010 и др.), при этом в большинстве работ наблюдаемые сдвиги физиологических параметров расценивались как показатель уровня их тренированности и не учитывались нейроэндокринные перестройки периода полового созревания.

Сердечно-сосудистая система является одной из ведущих систем, обеспечивающих приспособление растущего организма к физическим нагрузкам и формирующихся под влиянием возраста, а также тренирующего воздействия мышечной деятельности.

В связи с этим актуальным явилось изучение соотношения пубертатных изменений гемодинамики и ее адапционных реакций в ответ на повышенные физические нагрузки у юных спортсменов в 11-15 лет (хоккей с шайбой на льду) и их сравнительная характеристика с мальчиками контрольного класса, занимающихся физической культурой в объеме общеобразовательной школы. Установлено, что результатом специфического влияния режима повышенных физических нагрузок явилось относительное замедление процесса полового созревания юных хоккеистов (развитие вторичных половых признаков). Показано также, что на I и II стадии полового созревания в группе спортсменов наблюдаются максимальные значения частоты сердечных сокращений, минутного объема крови, систолического и диастолического артериального давления, при этом от IV к V стадии отмечается существенное повышение периферического сопротивления сосудов.

В отличие от детей, не занимающихся спортом, у которых пубертатные изменения в состоянии гемодинамики носят противоположную направленность.

То есть режим повышенных физических нагрузок оказывает стрессовое влияние на организм мальчиков в период полового созревания, и адапционные реакции сердечно-сосудистой системы преобладают над эволютивными процессами, связанными с пубертатом.

#### **FEATURES PUBERTY CHILDREN IN DIFFERENT MODES OF MOTOR ACTIVITY**

**Shaykhelislamova M.V., Dikopolskaya N.B., Sitdikov F.G., Bilalova G.A., Gainutdinova R.R., Firsova Yu.D.**  
Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia, [bettydn@mail.ru](mailto:bettydn@mail.ru)

The effect of different regimes of motor activity on the functional state of organism of teenagers were studied by a number of researchers (Virus A. P. 1983; Fomin N. A., 2003; Kudrya, O. N., 2013; G. P. Chrousos, 2010, etc.), while most studies observed shifts of physiological parameters was regarded as an indicator of their level of fitness and was not considered restructuring of the neuroendocrine puberty.

Cardiovascular system is one of the leading systems that provide the growing organism adaptation to physical loads and formed under the influence of age and training effects of muscle activity.

In this regard, relevant is the study of the ratio of pubertal changes in hemodynamic and its adaptive reactions in response to high physical loads among young sportsmen in 11-15 years (hockey on ice) and their comparative characteristics with the boys of the controlling class, engaged in physical culture volume in the secondary school. It is found that the result of the specific influence of strenuous physical activity had a relative slowing of the process of puberty to young hockey players (the development of secondary sexual characteristics). It is also shown that stage I and II of puberty in a group of athletes observed maximum values of heart rate, cardiac output, systolic and diastolic blood pressure, from IV to V stage there was a significant increase in peripheral vascular resistance. Unlike children who do not do sports, in which pubertal changes in hemodynamic are of opposite orientation.

That is, the mode of increased physical activity exerts a stressful impact on the body of boys at puberty, and the adaptive response of the cardiovascular system predominate over the evolutionary processes associated with puberty.

#### **СИМПАТО-АДРЕНАЛОВАЯ СИСТЕМА И КОРА НАДПОЧЕЧНИКОВ У ДЕТЕЙ ПУБЕРТАТНОГО ВОЗРАСТА**

**Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Ситдиков Ф.Г., Билалова Г.А.**  
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, [bettydn@mail.ru](mailto:bettydn@mail.ru)

Исследования проводились на школьниках, обучающихся в общеобразовательных школах №14 и №95 г. Казани, относящихся к I и II группам здоровья. Определение стадий полового созревания проводилось по методу Дж. Таннер. Катехоламины определялись в порционной и суточной моче. 17-кетостероиды (17-КС) и 17-оксикортикостероиды (17-ОКС) определялись на фотоэлектроколориметре и спектрофотометре.

У мальчиков 12-14 лет (III и IV стадии полового созревания) экскреция метаболитов андрогенов (17-КС) в течение учебного года имеет сезонный характер: уменьшение ее интенсивности в зимний и возрастание в весенний периоды. Обнаружено возрастное увеличение экскреции норадреналина (НА) и на этом фоне снижение ее к концу учебного года. С одной стороны, это свидетельствует о повышении активности нервного звена симпато-адреналовой системы (САС) в данном возрасте, а с другой – о низкой экономичности ее функционирования в процессе учебной деятельности подростков. Экскреция глюкокортикоидов (17-ОКС) к концу учебного года увеличивается, что свидетельствует о напряжении гипофизарно-надпочечниковой системы. У девочек 11-15 лет экскреция НА имеет стабильный характер вследствие более раннего созревания нервного звена САС. Однако выделение 17-ОКС к концу учебного года снижается, особенно в возрасте 13-14 лет (IV и V стадии полового созревания). Вероятно, опасность истощения глюкокортикоидов, а также их избыточного катаболического влияния на организм предупреждается у девочек путем временного регуляторного угнетения синтеза гормона.

#### **SYMPATHOADRENAL SYSTEM AND ADRENAL CORTEX IN CHILDREN PUBERTY**

**Shaykhelislamova M.V., Dikopolskaya N.B., Sitdikov F.G., Bilalova G.A.**  
Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia, [bettydn@mail.ru](mailto:bettydn@mail.ru)

The research was conducted on the students studying in secondary schools №14 and №95, Kazan, belonging to I and II health groups. The definition of stages of sexual maturation were conducted by the method of

J. Tanner. Catecholamines were determined in batch and urine daily. 17-ketosteroids (17-KS) and 17-oxycorticosteroid (17-OCS) was determined on the spectrophotometer and photoelectrocolorimeter.

In boys 12-14 years (III and IV stage of puberty) excretion of metabolites of androgens (17-KS) during the school year is seasonal: the decrease of its intensity in winter and increase in spring. Detected age increased excretion of norepinephrine (NE), and against this background, reducing its the end of the school year. On the one hand, this indicates an increase in the activity of the neural level the sympathetic-adrenal system (SAS) in this age, and the other – the low efficiency of its functioning in the course of educational activity of teenagers. Excretion of corticosteroids (17-OCS) to the end of the school year is increased, indicating that the voltage of pituitary-adrenal system. Girls 11-15 years excretion of NE has a stable character as a result of an earlier maturation of nerve unit SAS. However, the allocation of 17-OCS by the end of the school year is declining, especially in the age of 13-14 years (IV and V stage of puberty). Probably the danger of depletion of glucocorticoids and excessive catabolic effects on the body warned the girls by the interim regulatory inhibition of the synthesis of the hormone.

### **ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ** **Шалимов В.В.**

«Канадский научный центр», Ванкувер, Канада, E-mail: [vladimir057@yandex.ru](mailto:vladimir057@yandex.ru)

Компактные  $\alpha$ -спирали белков уникальны: взаимодействующие аминокислотные остат-ки образуют квантовые точки, которые могут генерировать свободные электроны. Поэтому средняя энергия (F) электронов в  $\alpha$ -спиралях выше, чем в  $\beta$ -слоях и при соединении  $\alpha$ - и  $\beta$ -структур электроны будут переходить из  $\alpha$ -спиралей в  $\beta$ -слои в состоянии с минимальной F). Тогда  $\alpha$ -спирали заряжаются положительно, а  $\beta$ -слои – отрицательно. В нативном состо-янии белки мембран PrP<sup>c</sup> представляют собой конструкцию из  $\alpha$ -спиралей (они преоблада-ют) и  $\beta$ -слоев. Небольшой положительный заряд на  $\alpha$ -спиралях повышает их гидрофобность (отталкиваются атомы водорода (H+) молекул воды) и они сжимаются, а отрицательный – увеличивает гидрофильность  $\beta$ -структур (они притягивают H+). Это стабилизирует струк-туру PrP<sup>c</sup>, которая в целом нейтральна. При контакте PrP<sup>c</sup> с инфекционной формой PrP<sup>sc</sup>, вирусами, гормонами или другими частицами, которые имеют структурные дефекты (это ловушки для электронов), образуются ассоциаты белков с новыми энергетическими спектра-ми электронов и возникает ток. Электроны из  $\alpha$ -спиралей PrP<sup>c</sup> уходят в  $\beta$ -слои PrP<sup>sc</sup> и локализуются вблизи гетероатомов или в дефектах структуры прионной изоформы PrP<sup>sc</sup> (поэтому  $\beta$ -амилоиды имеют отрицательный заряд). Опыты в ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН показали, что снижение электронной плотности приводит к уменьшению энергии внутримо-лекулярных связей,ослаблению и разрушению макромолекул. После ухода электронов с PrP<sup>c</sup> на PrP<sup>sc</sup> положительно заряженные и ослабленные части  $\alpha$ -спиралей начинают взаим-но отталкиваться и деструктурировать;  $\alpha$ -спирали под действием молекул воды вынуждены разрушаться, разворачиваясь в  $\beta$ -слои. При этом образуются радикалы,  $\beta$ -димеры, новые агрегаты  $\beta$ -форм, а затем и амилоидные бляшки. Всё развивается лавинообразно и остано-вить прионную болезнь может только прямая инъекция электронов или молекул – носителей электронов в зону реакций. Электроны могут заблокировать активность инфекционных  $\beta$ -форм. В работе электрод из нержавеющей стали (Fe), Al или Cu (D = 1 – 3 мм, длиной 30 мм) погружали в растворы овальбумина на глубину 4 – 10 мм, а манипулятор обеспечивал возвратно – поступательное скольжение второго электрода на расстоянии 10 мм от первого с частотой f = 5 – 10 Гц и амплитудой – 15 мм. Перенос электронов в процессе трения создаёт на электродах разность потенциалов. Она зависит от энергии связи электронов с металлом W: если W велика (Fe, Cu), то электроны уходят из белка в металл, а если W мала как в Al или Cr, то электроны уходят из металла в белок, где их энергия F будет минимальна. Опыты показали: нативные белки в 5 – 10 раз отдают больше электронов, чем белки в денатурированном состоянии (Den), где  $\alpha$ -спирали раскручены и переплетены. Например, на Al электродах белки Den генерируют до +500 mV, а на Cr до +130 mV, что действительно говорит о высокой способности Den присоединять электроны. Молекулы NGF состоят из  $\beta$ -слоев и их связывание с рецепторами приводит к перемещению на молекулы NGF электронов из  $\alpha$ -спиралей трансмембранных, а затем и каталитических доменов (последние заряжаются +); домены меняют формы, димеризуются, интеркалируют, а для компенсации положительно заряженных центров в каталитических реакциях распадаются молекулы АТФ и выделяют энергию необходимую для транспорта белков, эндоцитоза NGF и пр., одновре-менно к + зарядам каталитических доменов присоединяются фосфатные остатки с отрица-тельными зарядами.

### **GENESIS AND DEVELOPMENT OF PRION DISEASES** **V.V. Shalimov**

"The Canadian Research Centre", Vancouver, Canada, E-mail: [vladimir057@yandex.ru](mailto:vladimir057@yandex.ru)

Compact  $\alpha$ -helix proteins are unique: the interacting amino acid residues form quantum dots, which can generate free electrons. Therefore, the average power (F) of electrons in  $\alpha$ -helices is higher than the  $\beta$ -compound layers and  $\alpha$ - and  $\beta$ -Structure electrons will move from  $\alpha$ -helix to  $\beta$ -layers (in the state with the minimum F). Then  $\alpha$ -helix are positively charged, and the  $\beta$ -layers are charged negatively. In the native state PrP<sup>c</sup> membrane of the proteins is a structure of  $\alpha$ -helices (they are predominate) and  $\beta$ -layers. A small positive charge on the  $\alpha$ -helices increases their hydrophobicity (the hydrogen atoms (H +) repel the water molecules), and they are compressed. Negative increases the hydrophilicity of  $\beta$ -structures (they pull in H + atoms). This stabilizes PrP<sup>c</sup> structure that is in generally neutral. Upon contact of PrP<sup>c</sup> with the infectious form of PrP<sup>sc</sup>, viruses, hormones, or other particles that have structural defects (that trap the electrons) produce clusters of proteins with the new E-energy spectrum of electrons and this generate the current. Electrons from the  $\alpha$ -helices of PrP<sup>c</sup> go to the  $\beta$ -layers of PrP<sup>sc</sup> and are located near the hetero or structural defects of PrP<sup>sc</sup> prion's isoform (the  $\beta$ -amyloids therefore have a negative charge).

Experiments in the Ioffe Institute of the Russian Academy of Sciences showed that the decrease in the



electron density leads to a decrease in energy of molecular bonds, weakening and destruction of macromolecules. After the release of electrons from PrP<sup>c</sup> to PrP<sup>sc</sup> positively charged and the weakened part of  $\alpha$ -helices begin to repel each other and degrade; under the influence of water molecules  $\alpha$ -helix are forced to break down and turn into  $\beta$ -layers. This produces radicals,  $\beta$ -dimers, new forms of  $\beta$ -units, and then amyloid plaques. These results in a snowball effect and prion disease can only be stopped by direct injection of electrons or molecules as carriers of electrons in the reaction zone. Electrons can block the activity of  $\beta$ -infectious forms.

Stainless steel electrode (Fe), Al or Cu (D = 1 to 3 mm, length 30 mm) was immersed in an ovalbumin solution to a depth of 4 – 10 mm, and a manipulator provided back and forward sliding of the second electrode from the first electrode at a distance of 10 mm and the frequency  $f = 5$  to 10 Hz and an amplitude of 15 mm were used. The transfer of electrons in the process of friction on the electrodes created the potential difference. This depends on the energy of the electrons in the metal W: if W is large (Fe, Cu), then the electrons will leave the protein in the metal, and if W is small in Al or Cr, the electrons will leave the metal and moved towards the protein, where their energy F will be minimal. The experiments have shown that the native proteins generate 5 to 10 times more electrons than the proteins in the denatured state (Den), where the  $\alpha$ -helix unwound and intertwined. For an example, on Al electrodes proteins Den generate up to +500 mV, and a Cr to +130 mV. This demonstrated the high capacity of Den to attach the electrons to itself. The NGF molecule composed out of  $\beta$ -layers, and their binding to the receptor leads to the movement of electrons on the NGF molecule from  $\alpha$ -transmembrane helices and then the catalytic domain (the last is charged positive +); domains changed shape, dimerized, intercalated, and, to compensate for the positively charged centers in catalytic reactions of ATP molecules, disintegrated and released the energy needed to transport proteins, endocytosis NGF and so on., while the + charge of catalytic domain joined phosphate residues with negative charges.

### **НЕЙРОНАЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ НАНОЧАСТИЦ И НЕЙРОТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ СОЕДИНЕНИЙ МАРГАНЦА**

**Шарапова М.Б., Ромащенко А.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр  
Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», Новосибирск, Россия,  
[sharapova@bionet.nsc.ru](mailto:sharapova@bionet.nsc.ru)

Было показано, что воздействие на организм твердых аэрозолей антропогенного происхождения может провоцировать развитие целого ряда заболеваний, в том числе нейроэндокринных патологий. В состав воздушных аэрозолей входят растворимые и нерастворимые соединения, которые попадая в верхние дыхательные пути могут захватываться клетками ольфакторного эпителия и с помощью нейронального транспорта доставляться в различные структуры мозга. Накопление ксенобиотиков в таких структурах мозга, как базальные ганглии, приводит к развитию различных паркинсоноподобных расстройств, сопровождающихся гипокинезией и ригидностью.

Патогенез нейродегенеративных заболеваний включает в себя множество звеньев, не все из которых изучены в достаточной степени. Так было показано, что частота развития паркинсонизма прямо коррелирует с наличием в атмосфере ультратонкой пыли. В основе тесной взаимозависимости между загрязненностью воздуха и встречаемостью паркинсонизма может лежать влияние наноразмерных аэрозолей на центры нейрональной регуляции. Вклад в эти процессы наночастиц изучен недостаточно.

В данной работе были исследованы пространственно-временные паттерны распределения наночастиц марганца (MnO) при интраназальном введении, и проведено сравнение эффектов MnO и MnCl<sub>2</sub> на метаболизм дофаминовой и серотониновой нейромедиаторных систем. Исходя из полученных результатов, распределение частиц и ионов не различается, при этом аккумуляция различных форм марганца при интраназальном введении ограничивается структурами лимбической системы мозга. Многократное (5 недель) интраназальное введение MnCl<sub>2</sub> вызывало достоверное и значительное снижение концентрации как DA, так и DOPAC, и увеличение концентрации 5HIAA в ольфакторных луковицах мыши как по сравнению с контрольной группой (физиологический раствор NaCl), так и с группой, которой вводили MnO. При этом многократное интраназальное введение MnO увеличивало концентрацию DOPAC по сравнению с контролем и группой MnCl<sub>2</sub>. В других структурах, в которые проникали MnO / MnCl<sub>2</sub>, многократное интраназальное введение не влияло на метаболизм катехоламинов.

Таким образом, мы исследовали пространственно-временные паттерны распределения MnO и MnCl<sub>2</sub>, а также показали большую чувствительность дофаминовой системы к эффектам MnO и MnCl<sub>2</sub>.

*Работа выполнена на базе ЦКП «SPF-виварий» ИЦиГ СО РАН (RFMEFI61914X0005 и RFMEFI61914X0010) при поддержке бюджетным финансированием по государственному заданию (проект № 0324-2015-0005).*

### **NEURONAL TRANSPORT OF NANOPARTICLES AND NEUROTOXIC EFFECTS OF SOLUBLE AND INSOLUBLE MANGANESE**

**Sharapova M.B., Romashchenko A.V.**

The Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics  
The Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, [sharapova@bionet.nsc.ru](mailto:sharapova@bionet.nsc.ru)

The effects of anthropogenic solid aerosols on the body are shown to may provoke the development of a number of diseases, including neuroendocrine abnormalities. Air aerosol composition includes soluble and insoluble compounds that entering the upper airway can be captured by cells of olfactory epithelium and delivered in various brain structures via neuronal transport. The accumulation of xenobiotics in brain structures such as the basal ganglia leads to the development of various disorders similar to Parkinson's disease accompanied by rigidity and hypokinesia.

The pathogenesis of neurodegenerative diseases includes a plurality of links, not all of which have been

studied sufficiently. Thus, the incidence of Parkinson is shown directly to correlate with the presence of dust in the atmosphere ultrathin. At the heart of the close relationship between air pollution and the occurrence of Parkinson's disease may lie nanoscale aerosols influence on the regulation of neuronal centers. The contribution of nanoparticles to these processes has not been studied.

We study the time-space patterns of MnO nanoparticles (NPs-MnO) brain distribution after the intranasal administration and effects of NPs-MnO / MnCl<sub>2</sub> chronic instillation on dopamine and serotonin metabolism. The "roadmaps" of nose-to-brain transport of NPs-MnO / MnCl<sub>2</sub> were the same. Manganese distribution was limited within the limbic system of the mouse brain. Chronic (for 5 weeks, 3 times/week) intranasal administration of MnCl<sub>2</sub> caused significant DA and DOPAC depletion and increased 5HIAA concentration in mouse olfactory bulb in comparison to control (saline) and NPs-MnO group. Surprisingly, chronic NPs-MnO intranasal instillation caused significant elevation of DOPAC concentration in olfactory bulb in comparison to control (saline) and MnCl<sub>2</sub> group. In other limbic structures with considerably increased manganese concentration after chronic intranasal administration catecholamine metabolism did not change.

Thus, we investigated the spatial and temporal patterns of distribution of MnO and MnCl<sub>2</sub>, and also showed greater sensitivity to the effects of the dopamine system MnO and MnCl<sub>2</sub>.

*The study was conducted at the Center for Genetic Resources of Laboratory Animals at the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences (RFMEFI61914X0005 and RFMEFI61914X0010) and funded with the budget of the state assignment (project № 0324-2015-0005).*

### **БЕТА-АМИЛОИДНЫЙ ПЕПТИД (1-42) МОДУЛИРУЕТ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ГЛИЦИНОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ, АКТИВИРУЕМЫХ РАЗНЫМИ АГОНИСТАМИ**

**Шаронова И.Н., Буканова Ю.В., Скребицкий В.Г.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр неврологии», Москва, Россия, sharonova.irina@gmail.com

Представления о ключевой роли бета-амилоидного пептида (Аβ) в патогенезе болезни Альцгеймера основываются на нейротоксических свойствах этого белка и его накоплении при этом заболевании (Walsh and Selkoe, 2004). Однако показано, что пикомолярные концентрации Аβ42 облегчают длительную потенциацию в гиппокампе и связанные с гиппокампом формы памяти (Puzzo et al., 2008; 2012), что позволяет предполагать физиологические функции Аβ в нервной системе.

Аβ может действовать через разные мишени, включая лиганд-управляемые каналы. В настоящей работе исследовали влияние Аβ42 на функциональные свойства стрихнин-чувствительных глициновых рецепторов (GlyRs), экспрессирующихся в пирамидных нейронах гиппокампа. Эксперименты проводили на пирамидных нейронах поля СА3, изолированных из срезов гиппокампа крысят. Регистрацию токов осуществляли с использованием метода фиксации напряжения и системы для быстрой аппликации веществ. Обнаружили, что Аβ 1-42 в концентрации 10 пМ-100 нМ усиливает десенситизацию глицин-активируемого тока, а также подавляет его пиковую амплитуду при короткой (600 мс) коаппликации с агонистом, причем эффект сильнее выражен при низких концентрациях глицина. Известно, что в нейронах гиппокампа GlyRs могут активироваться разными эндогенными агонистами, а именно, глицином, таурином и β-аланином (Chattipakorn et al., 2002; Mori et al., 2002). Мы обнаружили, что при активации глициновых рецепторов таурином и β-аланином изменения кинетики и амплитуды токов под действием Аβ сходны с наблюдаемыми при активации рецепторов глицином. В условиях преинкубации нейронов с Аβ (100 пМ), помимо усиления десенситизации, наблюдали более выраженное уменьшение амплитуды тока, чем при коаппликации с агонистом. Этот эффект развивался в течение несколько минут и был сильнее выражен при насыщающих концентрациях агонистов и при активации глициновых рецепторов β-аланином. Полученные результаты позволяют предполагать, что Аβ взаимодействует с GlyRs посредством трех разных механизмов – путем усиления десенситизации и быстрого ингибирования рецептора, а также оказывает медленно развивающееся подавление амплитуды тока, возможно, через внутриклеточные механизмы. Обнаруженные изменения активности GlyRs под действием Аβ могут приводить к ослаблению тонического торможения нейронов гиппокампа, связанного с активностью экстрасинаптических GlyRs, что может способствовать пластическим перестройкам синаптической передачи и процессам обучения.

*Поддержано грантом РФФ (№ 16-15-00235).*

### **BETA-AMYLOID PEPTIDE (1-42) MODULATES FUNCTIONAL PROPERTIES OF GLYCINE RECEPTORS ACTIVATED BY DIFFERENT AGONISTS**

**Sharonova I.N., Bukanova J.V., Skrebitsky V.G.**

Research Center of Neurology, Moscow, Russia, sharonova.irina@gmail.com

Amyloid-β peptide (Aβ) is considered a key protein in the pathogenesis of Alzheimer's disease because of its neurotoxicity, resulting in impaired synaptic function and memory. However, it was demonstrated that picomolar concentrations of Aβ enhance synaptic plasticity and memory (Puzzo et al., 2008, 2012), suggesting that in the healthy brain, physiological Aβ concentrations are necessary for normal synaptic plasticity and memory.

Aβ may act through different targets, including ligand-gated ion channels. In the present work, we examined the effect of Aβ42 on the functional properties of strychnine-sensitive glycine receptors (GlyRs) expressed in hippocampal pyramidal neurons. The experiments were performed on CA3 pyramidal neurons isolated from hippocampal slices of young rats. Currents were recorded using whole cell patch-clamp and fast perfusion techniques. It was found that Aβ 1-42 in concentrations of 10 pM – 100 nM enhanced desensitization of the glycine-activated current and also suppressed its peak amplitude during short (600 ms) coapplication with agonist. The effect was most prominent at low glycine concentrations. It is known that in hippocampal neurons, GlyRs can be activated by different endogenous agonists, namely glycine, taurine and β-alanine (Chattipakorn et al., 2002; Mori et al., 2002). When glycine receptors were activated by taurine and β-alanine, the changes of

current kinetics and amplitudes induced by A $\beta$  was similar to that observed during their activation by glycine. When A $\beta$  (100 pM) was added to the bath solution, it caused, besides acceleration of desensitization, more pronounced reduction of peak current amplitude. This effect developed slowly, during a few minutes, was more prominent at saturating concentrations of agonists and when glycine receptors were activated by  $\beta$ -alanine. These results suggest that A $\beta$  interacts with glycine receptors through three different mechanisms – by enhancing receptor desensitization, by rapid inhibition of the receptor, and also by means of a slowly developing inhibition of the amplitude of the current, possibly through intracellular mechanisms. The observed changes in the activity of glycine receptors induced by A $\beta$  can lead to suppression of the tonic inhibition of hippocampal neurons mediated by extrasynaptic glycine receptors that may contribute to plastic changes of synaptic transmission and learning processes.

*Supported by Russian Science Foundation (Grant 16-15-00235).*

### **ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИФЕНОЛОВ И БИОДЕГРАДАТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ**

**Шаталин Ю.В.<sup>1,2</sup>, Козина В.И.<sup>1,2</sup>, Федотова Е.И.<sup>3</sup>, Бережнов А.В.<sup>2,3</sup>, Шубина В.С.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пущино, Россия; <sup>2</sup>Пущинский государственный естественно-научный институт, Пущино, Россия; <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биофизики клетки РАН, г. Пущино, Россия, [yury.shatalin@yandex.ru](mailto:yury.shatalin@yandex.ru)

Разработка и изучение материалов на основе биodeградебельных полимеров является одним из наиболее перспективных направлений современной биомедицины. Целью данного исследования являлось получение материала на основе коллагена и полифенола и изучение его свойств. Материал был получен химической модификацией гидроксильных групп полифенола с последующей сшивкой функционализированного производного таксифолина с аминокруппами коллагена. Было обнаружено, что высвобождение полифенола имеет экспоненциальную зависимость. За первые сутки высвобождается не более 5-6% связанного полифенола, и не более 2% на вторые сутки. Спустя 48 часов высвобождение полифенола не значительно и коррелирует с биodeградацией самого материала. Было показано, что высвобождаемый полифенол восстанавливает 2 иона металла, в пересчете на 1 молекулу полифенола, что свидетельствует об отсутствии реакции окислительной полимеризации с участием замещенного полифенола. В рамках данного исследования также было изучено действие материала и компонентов, входящих в его состав, на продукцию активных форм кислорода нейтрофилами, стимулированными форбол-миристал-ацетатом. В соответствии с полученными данными установлено, что полифенол, высвобождаемый из гелевого материала, проявляет антиоксидантные и металл-восстанавливающие свойства, что свидетельствует об эффективном включении не окисленной формы полифенола в состав коллагенового геля.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (№14-44-03622 и №15-04-02377).*

### **PREPARATION AND PROPERTIES OF MATERIALS BASED ON BIODEGRADABLE POLYMERS AND POLYPHENOLS**

**Shatalin Yu.V.<sup>1,2</sup>, Kozina V.I.<sup>1,2</sup>, Fedotova E.I.<sup>3</sup>, Berezhnov A.V.<sup>2,3</sup>, Shubina V.S.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, 142290, Russia.

<sup>2</sup>Pushchino State Institute of Natural Sciences, Pushchino, 142290, Russia.

<sup>3</sup>Institute of Cell Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, 142290, Russia.

[yury.shatalin@yandex.ru](mailto:yury.shatalin@yandex.ru)

Development and study of materials based on biodegradable polymers is one of the most promising directions of modern biomedicine. The aim of the present study was a preparation of a material on the basis of collagen and biologically active polyphenol, and investigation of its properties. The material was prepared by chemical modification of hydroxyl groups and cross-linking of the functionalized polyphenol to amine groups of collagen. It was found that the release of the polyphenol had an exponential dependence. It was shown that no more than 5-6% of bound polyphenol is released during the first 24 hours, no more than 2% during the next 24 hours. After 48 hours the release of polyphenol was insignificant and correlated with biodegradation of the material itself. It was found that the polyphenol released from the material is capable of reducing two equivalents of transition metal ions, indicating the absence of oxidative polymerization of functionalized polyphenol. In the frame of the present study the effect of the material and its components on the production of reactive oxygen species by stimulated neutrophils was also examined. According to the data obtained, the polyphenol released from the gel material exerts antioxidant and metal-reducing properties, suggesting that unoxidized polyphenol linked to collagen. *The present study was partially supported by RFBR, (№14-44-03622 and №15-04-02377).*

### **ЯМР-СПЕКТРОСКОПИЯ МЕТАБОЛИТОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПРИЕМЕ АЛКОГОЛЯ**

**Шевелев О.Б.<sup>1</sup>, Крестина М.С.<sup>2</sup>, Акулов А.Е.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЦиГ СО РАН), Новосибирск, Россия; [shevelev.oleg.nsk@gmail.com](mailto:shevelev.oleg.nsk@gmail.com)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук (МТЦ СО РАН), Новосибирск, Россия

Головной мозг относится к основным органам-мишеням для негативного воздействия этанола. Регулярное потребление алкоголя приводит к когнитивным нарушениям, нейрональной дисфункции,

дегенеративным изменениям коры головного мозга, гиппокампа и обонятельных луковиц. <sup>1</sup>H-ЯМР спектроскопия in vivo является очень удобным клиническим методом, поскольку позволяет не инвазивно определять вызванные алкоголем нарушения метаболизма у человека и лабораторных животных.

В этой связи нами были выполнены исследования на крысах линии Sprague Dawley, которым ежедневно в течение 4 недель вводили 40% раствор этанола внутривенно в дозе 12 г чистого этанола/кг массы тела животного. В середине и конце эксперимента животным проводили прижизненную <sup>1</sup>H-ЯМР спектроскопию коры головного мозга.

Результаты показали, что при потреблении алкоголя в коре головного мозга животных происходит значимое снижение уровня N-ацетиласпартата, который отражает жизнеспособность и общее состояние нейронов. Так же наблюдается снижение уровней таурина и суммы креатин+фосфокреатин, отражающих энергетическую компоненту.

Также были выявлены межгрупповые отличия по метаболомным паттернам, для анализа которых использовали общепринятую в ЯМР спектроскопических исследованиях многомерную статистику. Методом PLS DA была выделена ось Y, характеризующая изменчивость сопряженных переменных. Поскольку значения этой оси положительно коррелировали с уровнями N-ацетиласпартата и лактата, а также отношением уровней возбуждающих нейротрансмиттеров (глутамат+глутамин) к тормозным (ГАМК+глицин), то вариации этой оси можно отождествить с изменением жизнеспособности нейронов и баланса нейромедиаторов.

Значения этой оси значимо снижались при приеме алкоголя, что указывает на смещение баланса нейромедиаторов в сторону тормозных, а также снижение жизнеспособности нейронов коры головного мозга.

Таким образом, мы продемонстрировали негативное влияние потребления алкоголя на метаболизм коры головного мозга крыс, заключающееся в сдвиге баланса нейротрансмиттеров в сторону тормозных, а также в угнетении энергетических функций и жизнеспособности нейронов.

*Работа выполнена на базе ЦКП «SPF-виварий» ИЦиГ СО РАН (RFMEFI61914X0005 и RFMEFI61914X0010) при поддержке бюджетным финансированием по государственному заданию (проект № 0324-2015-0005).*

#### **RAT BRAIN METABOLITES NMR SPECTROSCOPY IN CHRONIC ALCOHOL CONSUMPTION** **Shevelev O.B., Krestina M.S., Akulov A.E.**

<sup>1</sup>Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, Russia; [shevelev.oleg.nsk@gmail.com](mailto:shevelev.oleg.nsk@gmail.com)  
<sup>2</sup>International Tomography Center SB RAS, Novosibirsk, Russia;

The brain is the major target organs for the negative effect of ethanol (EtOH). Regular alcohol consumption leads to cognitive disorders, neuronal dysfunctions, degenerative alterations in the hippocampus, brain temporal, and olfactory bulbs. Developing in vivo proton magnetic resonance spectroscopy (<sup>1</sup>H MRS) provided evidence of the alcohol-induced brain metabolic disturbances in human and laboratory animals.

So we studied Sprague–Dawley rats that were daily treated with a dose of alcohol 12g/kg of body weight during 4 weeks. At the middle and the end of experiment the animals were evaluated using brain cortex <sup>1</sup>H MRS to assess the metabolic changes caused by alcohol consumption.

Our results have shown significant decrease of cortex N-acetylaspartate (NAA) level in alcohol consumption, which reflects viability and state of neurons. Also it has been shown decrease in taurine and creatine+phosphocreatine levels, reflecting energy component.

The between-group differences in the metabolomics patterns were detected using multivariate statistical analysis, which is standard for MRS data. The PLS-DA showed 1 axis characterizing the variation of statistically linked variables. Because the values of the Y axis are positively correlated with the levels of NAA and lactate and excitatory (glutamate+glutamine) to inhibitory (GABA+glycine) neurotransmitters ratio, the variations in this axis may reflect the variations in the neurons viability and neurotransmitters balance.

The Y values decreased significantly in alcohol consumption, that indicated the shift in the balance of neurotransmitters to inhibitory ones and also decreased viability of brain cortex neurons.

Thus, we have demonstrated negative impact of chronic alcohol consumption on rat brain cortex metabolism, consisted in neurotransmitters balance shift to inhibitory ones and also in energy functions depression and decreased neurons viability.

*The study was conducted at the Center for Genetic Resources of Laboratory Animals at the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences (RFMEFI61914X0005 and RFMEFI61914X0010) and funded with the budget of the state assignment (project № 0324-2015-0005).*

#### **ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛИЧНОСТИ**

**Шибкова Д.З., Кирсанов В.М., Байгужин П.А., Савченков А.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Челябинский государственный педагогический университет», г. Челябинск, Челябинская обл., Россия; [slava2877@mail.ru](mailto:slava2877@mail.ru)

Согласно актуальному на сегодняшний день междисциплинарному подходу к исследованию психики наиболее полное представление о проявлении психических особенностей личности возможно с опорой на данные психофизиологических и нейродинамических характеристик индивида. В качестве методологического принципа, предполагающего системное исследование личности на трех основных уровнях – типологическом, нейродинамическом, психофизиологическом нами рассматривается интегративный подход. Данный подход согласуется с приоритетными направлениями, указанными в

программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013 – 2020 гг. (исследование роли интегративных процессов в центральной нервной системе в реализации высших форм деятельности мозга).

Проведенное нами исследование студентов высших учебных заведений Уральского региона и Республики Казахстан подтвердило наличие типологических отличий обучающихся с различной учебно-профессиональной направленностью. Учитывая этот факт и выявленные особенности психофизиологического, нейродинамического характера мы рекомендуем интегративный подход в качестве методологического обоснования исследования соответствия будущих специалистов профессиографическим характеристикам, а также для организации эффективной профориентационной работы с абитуриентами.

В соответствии с логикой интегративного подхода предлагается алгоритм диагностики профессиональной направленности личности, который позволяет оперативно, полно учесть особенности испытуемого и предложить рекомендации по выбору профессии. Первоначально испытуемый тестируется с помощью авторской автоматизированной программы диагностики личности (св-во о гос. рег. программы для ЭВМ № 2014661485 от 30.10.2014 г.) с целью определения типологических особенностей. Для выявления соответствия направленности на регламентированную или нерегламентированную деятельность обязательным является диагностика предрасположенности личности к сфере профессиональной деятельности, ведущего мотива обучения, ценностных ориентаций. Далее проводится психофизиологическая диагностика, направленная на выявление особенностей энергетического метаболизма головного мозга (регистрация уровня постоянного потенциала) и функционального состояния ЦНС. Заключительным этапом является разработка рекомендаций по выбору профессиональной деятельности.

#### **INTEGRATIVE APPROACH TO THE ASSESSMENT OF THE TYPOLOGICAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL PERSONALITY CHARACTERISTICS**

**Shibkova D.Z., Kirsanov V.M., Bayguzhin P.A., Savchenko A.V.**

Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Chelyabinsk State Pedagogical University",  
Chelyabinsk, Chelyabinsk Region., Russia; slava2877@mail.ru

According to a modern interdisciplinary approach to the mentality research, reliance on individual's psychophysiological and neurodynamic characteristics gives probably the most complete picture of the manifestation of mental personality characteristics. An integrative approach is examined by applying a methodological principle that stipulates a systematic study of personality on three main levels: typological, neurodynamic, psychophysiological. This approach is consistent with the priorities listed in the program of basic scientific researches of the state academies of sciences for the years 2013 – 2020 (study of integrative process role in the central nervous system in the highest forms of brain activity).

Our study of university students of the Ural region and the Republic of Kazakhstan has confirmed the existence of typological differences between students of different educational and professional orientation. Taking into consideration this fact and the revealed peculiarities of psychophysiological, neurodynamic character we recommend an integrative approach as a methodological basis to study the correspondence of future professionals with job characteristics, as well as to organize an effective professional orientation for applicants.

According to the logic of the integrative approach we suggest a diagnostic procedure of a person's professional orientation which allows taking into account the peculiarities of the person under test and recommending career choice promptly and completely. To determine typological peculiarities this person is initially tested by means of the proprietary automated diagnostic programme (Certificate of State Programme Registration for electronic computing machine No. 2014661485 dd. October 30, 2014). The diagnostics of the individual's disposition to professional field, the leading motive for learning, value orientations is compulsory to identify the correspondence of the person with the scheduled and non-scheduled activities. Then the psychophysiological diagnostics is carried out. Its aim is to identify the characteristics of brain energy metabolism (constant potential level check) and the functional state of the central nervous system. The final stage is to develop recommendations on the professional career choice.

#### **НАНОКОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ КОСТНЫХ ИМПЛАНТАТОВ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ 3D-ПРОТОТИПИРОВАНИЯ**

**Шибряева Л.С.<sup>1,2</sup>, Тертышная Ю.В.<sup>1,2</sup>, Подзорова М.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им.

Н.М.Эмануэля Российской академии наук, Москва, Россия, e-mail:lyudmila.shibryaeva@yandex.ru

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, Москва, Россия

Существенный сегмент современного рынка наукоемких технологий в медицине составляют исследования, разработка и производство различных костезамещающих материалов (имплантатов). В современной имплантологии по всему миру можно выделить несколько уровней технологических разработок костных биопластических материалов: донорский, синтетический, содержащий как основные компоненты костной ткани, так и биоактивные субстанции, предполагающий создание биоконпозиционных наноматериалов, на основе природных соединений, биосовместимых полимеров, а также биodeградируемых синтетических полимеров. В настоящее время разработки подобных биоконпозиционных наноматериалов в России приобретают приоритетный характер.

Для нормальной жизнедеятельности имплантатов необходимо, чтобы материалы, из которых они изготовлены, обладали такими свойствами как биореакционная способность, биостойкость по отношению к органическим и биологическим средам, способность к растворению, биodeградации и капсулированию,

гемосовместимость и тромборезистентность в среде крови и плазмы. Для реализации указанных свойств большое значение имеют макро- и микроструктура материала.

Технологический уровень, активно разрабатываемый в последнее время, предопределяет возможность создания имплантатов из синтетических биокomпозиционных материалов на базе современных технологий, таких как 3D-печать с применением биоразлагаемых полимеров – полилактида, поли-3-гидроксibuтирата.

Таким образом, целью работы является: подбор биокomпозитных наноматериалов для изготовления костнозамещающих имплантатов методом 3d-прототипирования (3d-печати). Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- подбор основных компонентов, наполнителей и модификаторов; разработка количественного состава нанокomпозитов;
- разработка методов предварительного приготовления нанокomпозитов: использование методов смешения (механическое смешение, смешение растворов);
- использование электромагнитного излучения; УФ-излучения, акустического воздействия для приготовления нанокomпозитов;
- создание материалов с требуемой надмолекулярной структурой, строением кристаллитов, необходимыми для реализации механических параметров имплантатов;
- изучение процессов фазовых переходов (плавление, кристаллизация, стеклование), сшивания, структурирования и их роли в формировании требуемых параметров материалов для имплантатов, получаемых методом 3-D печати.

Известно, что имплантаты, выполненные на основе биodeградируемого материала полилактида, наполненного гидроксипатитом, полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к имплантатам, они замещаются костной тканью через 8 недель и имеют достаточно высокую прочность. Однако важной проблемой является подбор соотношений полилактида гидроксипатитом компонентов, формирование структуры и физико-химических свойств, требуемые для обеспечения требований, предъявляемых к методу 3D-печати.

На первом этапе проведена работа по созданию материалов из биodeградируемых композиций на основе полилактида с синтетическим гидроксипатитом (ГАП), в определении условий совмещения компонентов композиций и ее состава для материалов, из которых будут изготавливаться костные имплантаты, обладающие остеиндуктивными свойствами, что способствует процессу костной регенерации. Построение таких костных биокomпозитов осуществлялось комбинированным методом 3D печати с применением полимерных прутков и пасты. Определена возможность 3D- печати создания полноценных, многослойных костных имплантатов, которые не просто изолируют костный дефект, а целиком восполняют его. Показано, что данные материалы могут быть использованы в качестве носителей факторов роста и детерминированных костных стволовых клеток, что в перспективе позволит наделять костные имплантаты не только остеокондуктивными, но и остеиндуктивными и остеогенными свойствами.

#### **NANOCOMPOSITES BASED ON MODIFIED BIODEGRADABLE POLYMERS FOR BONE IMPLANTS OBTAINED BY THE METHOD 3D PROTOTYPING**

**Shibryaeva L.S.<sup>1,2</sup>, Tertysnaya V.Y.<sup>1,2</sup>, Podzorova M.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: [lyudmila.shibryaeva@yandex.ru](mailto:lyudmila.shibryaeva@yandex.ru); <sup>2</sup> All-Russian Research Institute of agricultural mechanization, Moscow, Russia

A substantial segment of the modern market of high technologies in medicine makes up

Research, development and production of various materials for implants. In modern implantology around the world, we can distinguish several levels of technological development for the creation of bio plastic materials for bone: from the donor, synthetic, containing as the main component of bone tissue biologically active substances, creation of nanomaterials based on natural compounds, polymers, biocompatible and biodegradable synthetic polymers. Currently the direction of development of such nanomaterials in Russia is becoming a priority. For normal functioning of the implants it is necessary that the materials from which they are made, had such properties as the ability bio reaction, biostability in relation to organic and biological environments, the ability to dissolution, biodegradation and to encapsulation process, hem compatible and the tromboresistentnost' in the environment of blood and plasma. For realization of specified properties of great importance are the macro – and microstructure of the material.

The level of technology which is actively developed in recent years, determines the possibility of creation of implants from synthetic biocompositions materials based on modern technologies such as 3D printing with the use of biodegradable polymers – polylactide, poly-3-hydroxybutyrate. Thus, the aim of this work is: selection biocomposite nanomaterials for the manufacture of implants by 3d-prototyping (3d- printing). To achieve this goal the following tasks are solved:

- selection of the main components, fillers, and modifiers; developing quantitative composition of the nanocomposites;
- development of methods of preliminary preparation of nanocomposites: the use of methods of mixing (mechanical mixing, mixing of solutions);
- the use of electromagnetic radiation; the UV radiation, the acoustic impact for the preparation of nanocomposites;
- the creation of materials with desired supramolecular structure, the structure of the crystallites necessary for the implementation of mechanical parameters of the implants;
- the study of the processes of phase transitions (melting, crystallization, vitrification), structure and their role in formation of the required parameters of implant materials, produced using 3D- printing.

It is known that the implants, made on the basis of biodegradable material polylactide filled with hydroxyapatite, fully comply with the requirements of the implants, they are replaced by bone tissue after 8 weeks

and have a fairly high strength. However, an important problem is the selection of the ratios of polylactide-hydroxyapatite components, the formation of the structure and physico-chemical properties required to ensure that the requirements for the method of 3D- printing.

At the first stage the work on the development of materials from biodegradable compositions on the basis of polylactide with synthetic hydroxyapatite (HAP), in determining the combination of components of the compositions and composition for the materials of which will be manufactured bone grafts with osteoinductive properties, which contributes to the process of bone regeneration. The construction of these bone biocomposites was carried out by the combined method of 3D- printing using polymer rods and pastes. The possibility of 3D printing create full, multi-layered bone grafts, which not only isolate the bone defect, and entirely make up for it. It is shown that these materials can be used as carriers of growth factors and determinirovannykh bone stem cells, which in future will make bone implants are not only osteoconductive, but also osteoinductive and osteogenic properties.

### **РОЛЬ ОПОРНОЙ И ВЕСОВОЙ РАЗГРУЗКИ В РАЗВИТИИ ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК СПИНАЛЬНОГО РЕФЛЕКСА В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ**

**Шигуева Т.А., Томиловская Е.С., Козловская И.Б.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; t.shigueva@gmail.com

Для получения информации о роли опорной и весовой нагрузки в регуляции двигательной активности в условиях «сухой» иммерсии (DI) участники эксперимента были подразделены на три группы, в одной из которых (условно контрольной DI) иммерсия была «чистой», т.е. испытуемые не подвергались каким-либо другим воздействиям. В группе 2 («DI + S») в ходе пребывания в DI ежедневно в течение 6 ч по 20 мин в начале каждого часа применялась механостимуляция опорных зон стоп в режиме локомоций. В третьей группе («DI + W») они ежедневно в течение 4-х часов находились в костюме аксиального нагружения «Пингвин» с нагрузкой 16 – 18 кг. Состояние возбудительных и тормозных спинальных механизмов определяли по порогам и максимальным амплитудам кривых вовлечения Н-рефлекса мышц голени *mm. soleus* и *gastrocnemius lat.* до, во время и после завершения иммерсионного воздействия.

Характеристики спинальной рефлекторной активности подвергались изменениям в ходе DI. Все группы продемонстрировали тенденцию к снижению порога Н-рефлекса в мышцах голени. В группе «DI» порог Н-рефлекса снизился на 48% ( $p < 0,05$ ) в *m. soleus* и на 47% ( $p < 0,05$ ) – в *m. gastrocnemius lat.* В группе «DI + S» с ежедневной механостимуляцией опорных зон стоп изменения этого параметра в течение DI были в той же направленности, но менее выражены: в *m. soleus* снижение порога Н-рефлекса составило 23%, в *m. gastrocnemius lat.* – 26% ( $p < 0,05$ ). В группе с весовой нагрузкой («DI + W») снижение значений порога в обеих мышцах голени было еще меньшим. Амплитуда рефлексов в группе «DI» к 5-м суткам DI выявляла тенденцию к возрастанию; особенно выраженным было оно в *m. gastrocnemius lat.* (40%,  $p < 0,05$ ). В группах «DI + S» и «DI + W» амплитуды ответов обеих мышц снижались.

Таким образом, результаты данного исследования показали, что весовая нагрузка и опорная стимуляция в условиях сухой иммерсии снижает выраженность спинальной гиперрефлексии, при этом корректирующий эффект весовых нагрузок менее выражен, нежели нагрузок опорных. Полученные данные позволяют заключить, что в развитии изменений спинальных механизмов в условиях моделируемой микрогравитации существенная роль принадлежит весовой и опорной разгрузке. *Финансирование исследований поддержано проектами РФФ №14-25-00167 и РФФИ №13-04-12091 офи-м.*

### **THE ROLE OF SUPPORT AND WEIGHT UNLOADING IN THE DEVELOPMENT OF CHANGES OF SPINAL REFLEXES CHARACTERISTICS MICROGRAVITY UNDER CONDITIONS**

**Shigueva T.A., Tomilovskaya E.S., Kozlovskaya I.B.**

State Scientific Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; t.shigueva@gmail.com

The goal of study was to reveal the contribution of spinal structures to hyperreflexia of stretch reflex. The model of Dry Immersion (DI) has been used for simulation of microgravity effects. In order to obtain information on the role of support and weight loading in the control of motor activity the participants of the experiment were divided into three groups, in one of which (named «Control») the immersion was pure, i.e. subjects were not exposed to any other influences in the course of immersion. In group 2 (named «DI+S») in the course of DI the mechanical stimulation of the soles' support zones was applied daily – 20 min at the beginning of each hour, 6 hours per day. In group 3 (named «DI+W»), the subjects wore the axial loading suit «Penguin» – 4 hours per day with the loads of 16 to 18 kg each day during DI. Characteristics of H-reflex in the resting calf muscles under DI conditions were studied. A state of excitatory and inhibitory spinal mechanisms was defined by characteristics of H-reflex recruitment curves of *mm. soleus* and *gastrocnemius lat.* before, during and after DI. H-reflex thresholds, absolute maximal amplitudes of H- and M-responses and H/M ratio were analyzed.

During DI the characteristics of spinal reflex activity were changed significantly. All the groups demonstrated tendency to decrease of H-reflex threshold in both muscles under study. In the «Control» group the threshold of H-reflex in shin muscles decreased by 48% ( $p < 0,05$ ) in *m. soleus* and by 47% ( $p < 0,05$ ) – in *m. gastrocnemius lat.* In the «DI+S» group the changes were of the same direction, but less pronounced: in *m. soleus* the decline of H-reflex threshold consisted 23%; in *m. gastrocnemius lat.* – 26% ( $p < 0,05$ ). In the group with weight loading («DI+W») the decrease of thresholds in both muscles was analogous to the previous group, but less evident. Amplitudes of reflexes in the «Control» group increased by 5th day of immersion. The bigger changes were observed in *m. gastrocnemius lat.* (40% increase,  $p < 0,05$ ). In two other groups the amplitudes of reflexes in both muscles decreased.

Weight loading and support stimulation under conditions of Dry Immersion smooth the effects of supportlessness on parameters of the reflex mechanisms. The countermeasure effect of weight loading was less

evident that support one. The obtained data allow to conclude that weight and support unloading play the important role in development of spinal mechanisms changes under conditions of simulated microgravity.

*The study is supported by project RSF №14-25-00167 and RFBR grant №13-04-12091 OFI-m.*

### «МОДЕЛЬ ПСИХИЧЕСКОГО» У ПАЦИЕНТОВ С ПОРАЖЕНИЯМИ МОЗГА

Шипкова К.М.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Московский НИИ психиатрии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный Медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии» Минздрава России;

<sup>2</sup>Негосударственное образовательное учреждение ВПО «Московский психолого-социальный университет»; [shipkova@list.ru](mailto:shipkova@list.ru)

**Введение.** "Модель психического" ("the theory of mind") понимается как возможность человека понять психическое состояние другого (Premack&Woodruff,1978). В ряде исследований показано, что при поражении коры сохранно распознавание базовых эмоций(БЭ) и нарушается идентификация сложных психических состояний(СС)(Adolphs,Baron-Cohen,Tranel,2001). **Цель** исследования состояла в изучении влияния поражения корковых отделов мозга на способность идентификации психического состояния другого. **Задачи исследования.** Изучение возможности понимания по взгляду психических состояний другого человека разной степени сложности: БЭ и СС, – пациентами с локальными поражениями мозга. **Методика.** Методика «eye test» («оценка психического состояние человека по его взгляду») Baron-Cohen et al.(2001)(перев.Румянцева,2016). Тест состоит из серии из 36 карточек с изображением части лица человека – области глаз. Их них БЭ 15 шт., СС 21шт. Правильный ответ оценивается в 1 балл(макс.36 баллов). **Испытуемые.** Двустороннее поражение лобных долей(гр.1); корково-подкорковые поражения (левостороннее(ЛП) поражение лобно-височной доли и базальных ядер(без поражения амигдалы)(гр.2); ЛП поражение теменно-затылочной доли(гр.3). Общее кол-во исп. – 14 чел. В 1 гр./2гр./3гр. – 3/7/4чел. соответственно. Возраст 52.5±26.5 лет. Давность заболевания от 11мес. до 15 лет. Соотношение муж./женщ.; афазия(моторная, акустико-мнестическая)/дизартрия – 10/4 чел. Пациенты могли говорить, понимать обращенную речь, читать. Статистический анализ проводился с использованием Н-критерия Крускала-Уоллиса, U-критерия Манна-Уитни, ANOVA. **Результаты.** 65% выборки показали результаты ниже нормы ( муж.27.6±2.2.ж.27.3±3)( по Румянцева,2015) Средний балл для гр.1/2/3 составил соответственно 22/21.6/21.3, для БЭ – 9.3/8.8/7, для СС -12.7/12.8/14.3. Значимых межгрупповых различий по этим показателям отмечено не было(p>0.109). Между корковыми (гр.1+3) и корково-подкорковыми поражениями(гр.2) значимых различий также не было(p>0.05). Вне зависимости от топика поражения, испытуемые обнаружили значимо лучшую способность узнавания СС, в сравнении с БЭ(F=16.54,p≤0.01). **Заключение.** Пилотное исследование показало нарушение модели психического при корковых и корково-подкорковых поражениях мозга. Обнаружена большая успешность распознавания сложных психических состояний в сравнении с базовыми эмоциями.

### "THE THEORY OF MIND" IN BRAIN-DAMAGED PATIENTS

Shipkova K.M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Moscow Institution of Psychiatry; <sup>2</sup>Moscow University of Psychology and Social Sciences; [shipkova@list.ru](mailto:shipkova@list.ru)

**Introduction.** "The theory of mind" is the shorthand for the ability to attribute mental states to another(Premack&Woodruff,1978). It has been shown in a number of studies that brain-damaged patients perform identically to normal controls when recognising basic emotions(BE), but had impaired recognition of complex mental states(CS) (Adolphs,Baron-Cohen,Tranel,2001).**The purpose of the study.**The study was designed to determine the influence of brain lesions on the ability to identify mental states of another person. **The goals.** Explore the possibilities of recognising emotions from different levels as BE and CS in brain-damaged subjects. **Methods.** The "eye test" has been used.(Baron-Cohen et al.(2001)( Russian translation by Rumyantseva,2016).The test consists of a set of 36 tasks showing an eye part of a human face. Among them BE 15 and CS 21 tasks. The right response is worth 1 point( max. score 36 points).**Subjects.**1group- bilateral frontal lobe damage; 2 group – left fronto-temporal regions and basal ganglia(amygdala damage excepted); 3 group – left parietal-occipital regions. 14 subjects in total. 1gr./2gr./3gr.- 3/7/4 subjects. Age range 52.5±26.5 years. Time from the outset 11 months -15 years. Male/female/; aphasia( motor, acoustic-amnestic)/dysarthria – 10/4. The subjects could speak, read and understand spoken language. Statistic analysis. H, U criteria, ANOVA. **Results.** The 65% of the subjects have revealed a lower score that normal controls( male 27.6±2.2; female 27.3±3) (Rumyantseva,2016). The mean groups' scores for 1gr./2gr./3gr. – 22/21.6/21.3 points, BE- 9.3/8.8/7, points, CS – 12.7/12.8/14. The three groups were not differed significantly in these scores (p>0.109) as well as a composite group of cortex lesions (gr. 1+3) and cortex & basal ganglia(gr.2)(p>0.05). All subjects performed significantly better in CS tasks than in BE ones.(F=16.54,p≤0.01). **Conclusion.**The impaired "theory of mind" in brain-damaged subjects has been shown in the pilot study. The complex mental states recognition was more successful than basic emotions.

### ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АНТИСТРЕССОРНЫХ РЕАКЦИЙ КАК НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ЗДОРОВЬЯ И ДОЛГОЛЕТИЯ

Шихлярова А.И.<sup>1</sup>, Жукова Г.В.<sup>1</sup>, Коробейникова Е.П.<sup>1</sup>, Протасова Т.П.<sup>1</sup>, Шейко Е.А.<sup>1</sup>, Джимаков С.С.<sup>2</sup>, Барышев М.Г.<sup>2</sup>, Мащенко Н.М.<sup>1</sup>, Бартенева Т.А.<sup>1</sup>, Ширнина Е.А.<sup>1</sup>, Брагина М.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Ростовский научно-исследовательский онкологический институт» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г.Ростов-на-Дону, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия, [galva\\_57@mail.ru](mailto:galva_57@mail.ru)

Разработка способов эффективной мобилизации механизмов неспецифической резистентности организма является актуальной биологической проблемой, решение которой имеет большое значение для



различных областей медицины. Основной аспект данной проблемы связан с поиском путей влияния на регуляторные системы организма, обеспечивающего оптимизацию многоуровневых процессов, высокую активность нейроэндокринных и иммунных защитных механизмов, а также замедление развития возрастных изменений. Такое влияние может быть осуществлено с помощью методов активационной терапии (АТ), предусматривающих использование низкоинтенсивных факторов физической и химической природы для развития в организме стойких антистрессорных адаптационных реакций (в первую очередь, реакций спокойной и повышенной активности). Результаты многолетних клинико-экспериментальных исследований свидетельствуют об эффективности АТ при лечении острых и хронических воспалительных заболеваний различной локализации, патологий сердечнососудистой системы, а также при использовании в качестве сопровождающей терапии в комплексном противоопухолевом лечении, варианта профилактического и восстановительного лечения, технологии гериатрии. В частности, были получены экспериментальные свидетельства восстановления активности нейроэндокринной системы и репродуктивных функций у старых и стареющих животных под влиянием поличастотных магнитных полей и некоторых биологически активных веществ, применяемых в режимах АТ. В то же время был показан антистрессорный характер лечебного действия на организм человека и животных целого ряда естественных факторов. Так, при изучении в экспериментах на старых и стареющих белых беспородных крысах-самках эффектов малых доз ликвора молодых животных и воды со сниженным содержанием дейтерия была показана выраженная корреляция антистрессорного и геропротекторного эффектов каждого из этих факторов. Таким образом, формирование и поддержание в организме стойких антистрессорных адаптационных реакций является необходимым условием профилактики патологических процессов, а также достижения высокого уровня неспецифической резистентности, активного физического и интеллектуального долголетия.

#### **FORMATION OF THE SYSTEM OF ANTISTRESS REACTIONS AS NONSPECIFIC BASIS OF HEALTH AND LONGEVITY**

**Shikhliarova A.I.<sup>1</sup>, Zhukoya G.V.<sup>1</sup>, Korobeinikova E.P.<sup>1</sup>, Protasova T.P.<sup>1</sup>, Shejko E.A.<sup>1</sup>, Dzhişmak S.S.<sup>2</sup>, Baryshev M.G.<sup>2</sup>, Maschenko N.M.<sup>1</sup>, Barteneva T.A.<sup>1</sup>, Shirnina E.A.<sup>1</sup>, Bragina M.I.**

<sup>1</sup>Rostov Research Institute of Oncology, Rostov-on-Don, Russia; <sup>2</sup>Kuban State University, Krasnodar, Russia, [galya\\_57@mail.ru](mailto:galya_57@mail.ru)

Development of methods for the effective mobilization of non-specific resistance mechanisms is relevant biological problem, the solution of which is of great importance for various fields of medicine. The main aspect of this problem is related to the search for ways to influence the regulatory systems of the body, providing optimization of multi-level processes, a high activity of neuroendocrine and immune defense mechanisms, as well as slowing down the development of age-related changes. Such influence can be accomplished by methods of activation therapy (AP), that assume applying of low-intensity factors of physical and chemical nature for the development of persistent antistress adaptational reactions (primarily reactions of calm and elevated activation). The results of long-term clinical and experimental studies have shown the effectiveness of AP in the treatment of acute and chronic inflammatory diseases of different localization, pathologies of the cardiovascular system, as well as when used as complementary therapy in complex antitumor treatment, preventive and restorative treatment option, geriatrics technology. In particular, we got experimental evidences of the recovery of neuroendocrine system activity and reproductive functions in aged animals under the influence of polyfrequency magnetic fields and some biologically active substances used in AP regimes. At the same time it has been shown anti-stress nature of the therapeutic effects on the human body and animals of a number of natural factors.

So, in experiments on aged white female rats a clear correlation of antistress and geroprotective effects of such factors as cerebrospinal fluid of young animals in low doses and deuterium depleted water was shown. Thus, the initiation and maintenance in organism of persistent antistress adaptational reactions is a basis for prevention of pathological processes development, as well as for achieving a high level of non-specific resistance and active physical and mental longevity

#### **ВЛИЯНИЕ ОПЫТА МАТЕРИНСТВА НА РАЗВИТИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОТОМСТВА**

**Шишелова А.Ю.<sup>1,2</sup>, Новикова Е.С.<sup>2</sup>, Цветаева Д.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, [ihna\\_ann@mail.ru](mailto:ihna_ann@mail.ru)

Исследовано влияние опыта материнства у крыс Wistar на поведение кормящей самки и формирование поведенческих реакций потомства в первый месяц постнатального онтогенеза. Тестирование материнского поведения проводили на 2-й, 4-й, 8-й, 11-й, 14-й дни после родов после 4-минутной изоляции матери от крысят. Поведенческие реакции крысят тестировали в «открытом поле» с 13-го по 23-й дни жизни, в тесте «свет-темнота» с 22-го по 35-й день жизни и при обучении поведению избавления от болевого раздражения в челночной камере с 22-го по 40-й день жизни. Каждого крысенка подвергали тестированию только в одной из методик.

Обнаружено, что материнское поведение впервые родивших крыс и этих же животных, родивших повторно, различается. Поведение опытной самки отличается созданием более комфортного состояния в гнезде и большей заботой о потомстве. При сравнении сроков созревания и формирования ранних локомоторных реакций установлено, что у крысят, выращенных впервые родившими самками, статистически значимо раньше происходит открытие глаз и созревание ходьбы, стоек, груминга, манипуляторной активности по сравнению с потомством повторно родивших самок. Наряду с этим у потомства впервые родивших самок наблюдается исчезновение корреляционных связей между сроками открытия глаз и появлением первых поведенческих реакций, что является негативным фактором формирования адаптивного поведения в онтогенезе. Также выявлено нарушение развития

видоспецифической оборонительной норковой реакции у потомства наивных самок: у таких животных динамика смены исследовательского поведения оборонительным в условиях выбора между темным и светлым пространством сдвинута в сторону более поздних сроков. В челночной камере у крысят, выращенных впервые родившими самками, число реакций избавления статистически значимо ниже в возрасте 22 дней и позже достигает уровня, характерного для потомства опытных самок. Выявлены различия в возрастной динамике числа быстрых ( $\leq 2$  с) реакций избавления и скорости достижения критерия обученности этому виду поведения, свидетельствующие об отставании в развитии способности к обучению реакции избавления у крыс, выращенных неопытными самками по сравнению с потомством ранее рожающих самок. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии опыта материнства на формирование функций их потомства. *Работа поддержана грантом РГНФ № 15-06-10390*

### INFLUENCE OF THE MOTHERHOOD EXPERIENCE ON THE DEVELOPMENT OF BEHAVIOR IN THE OFFSPRING

Shishelova A. Yu.<sup>1,2</sup>, Novikova E.S.<sup>2</sup>, Tsvetaeva D.A.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, <sup>2</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia, ihna\_ann@mail.ru

The effect of maternal experience in Wistar rats on the behavior of lactating females and offspring behavioral reactions in the first month of postnatal ontogenesis was investigated. The maternal behavior test was performed on the 2nd, 4th, 8th, 11th, 14th days postpartum after short maternal separation from pups. Behavioral response of rats were tested in the "open field" from 13th to 23th days of postnatal ontogeny, in the test "light-dark" from 22th to 35th day and during learning to escape behavior in the shuttle box from 22th to 40th day. Each pup were tested in one behavioral technique.

We found differences between maternal behavior of primiparous females and the same females after second parturition. The behavior of experienced female is characterized of the maintenance a more comfortable state in the nest, and more care for the offspring. We showed significantly earlier the opening of eyes and maturation of walk, rearing, grooming, manipulatory activity in rats bred primiparous females compared with the offspring of experienced females. In the same time, we observed the disappearance of correlations between the days of eyes opening and maturation of the behavioral responses in the offspring of primiparous females, which is a negative factor in the formation of adaptive behavior in ontogenesis. Also violation of the development of a species-specific defensive dark preference reaction was found in the offspring of naive females. The dynamics of change of exploratory behavior in a defensive choice between dark and light space shifted towards a later time in animals reared primiparous females. In the shuttle box in rats bred naive females, the number of escape reactions was significantly lower at the 22 day, and later reaches the level observed in the offspring of experienced females. There were differences in the ontogenetic dynamics of fast escape reaction ( $\leq 2$  c) and learning duration, indicating a delay in the development of the ability to learn the escape reaction in rats reared by inexperienced females. The results indicate a positive influence of motherhood experience on the formation of functions of their offspring.

*This study was supported by RFH grants № 15-06-10390*

### ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ У-НЕЙРОНОВ В ГЛАЗОСПЕЦИФИЧНЫХ СЛОЯХ А И А1 ДОРСАЛЬНОГО ЯДРА НАРУЖНОГО КОЛЕНЧАТОГО ТЕЛА ПРИ РАЗВИТИИ ДЕПРИВАЦИОННОЙ И ДИСБИНОКУЛЯРНОЙ АМБЛИОПИИ

Шкорбатова П.Ю.<sup>1</sup>, Калинин А.Н.<sup>2</sup>, Алексеенко С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия,  
<sup>2</sup>Ивановский Государственный университет, Иваново, Россия; polinavet@yandex.ru

Целью настоящего исследования являлось изучение распределения У-нейронов в глазоспецифичных слоях А и А1 дорсального ядра наружного колленчатого тела котят в возрасте 4, 8 и 12 недель, выращенных с ранними нарушениями бинокулярного зрения (односторонне сходящееся косоглазие и монокулярная депривация, вызванные хирургически на 8-10-й постнатальные дни). Известно, что У-нейроны содержат нефосфорилированные домены тяжелого белка нейрофиламентов (ННФ), которые можно выявить при помощи антител SMI-32. Определяли количество и плотность расположения ННФ-иммунопозитивных нейронов в слоях А и А1, затем оценивали различия между слоями по формуле:  $D = (N_A - N_{A1}) / (N_A + N_{A1})$ , где  $N_A$  – плотность нейронов в слое А, который иннервируется из контралатерального глаза,  $N_{A1}$  – плотность нейронов в слое А1, который иннервируется из ипсилатерального глаза. Оценку плотности ННФ-нейронов проводили вблизи зон проекций 1, 5, 10 и 20 угл.град. поля зрения вдоль центрального горизонтального меридиана поля зрения.

Обнаружено, что у монокулярно депривированных котят уже в 4-х недельном возрасте имеются достоверные отличия коэффициента D от нормы в пределах проекции всего поля зрения. В возрасте 8 и 12 недель модуль D значимо превышал значения D как у интактных, так и у монокулярно депривированных котят 4-недельного возраста, в пределах проекции всего поля зрения. При этом, у котят всех возрастных групп в полушарии, ипсилатеральном депривированному глазу, значения D были положительными, а в полушарии, контралатеральном депривированному глазу, – отрицательными. Это свидетельствует о снижении плотности ННФ-иммунопозитивных нейронов в слоях, получающих входы от депривированного глаза, в обоих полушарий у монокулярно депривированных котят всех возрастных групп. У котят с косоглазием отличия коэффициента D от нормы обнаружены только в полушарии, ипсилатеральном косящему глазу: в возрасте 8 недель у таких животных коэффициент D отличался от нормы в области проекции 20-ти угловых градусов поля зрения, а в возрасте 12 недель – в области проекции 10-ти и 20-ти угловых градусов. Следовательно, снижение плотности ННФ-иммунопозитивных нейронов у котят с косоглазием наблюдается в области проекции периферических участков поля зрения. Полученные данные указывают на важность бинокулярного зрительного опыта для развития У-нейронов.

## CHANGES IN THE DENSITY OF THE DISTRIBUTION OF Y-NEURONS IN LAYERS A AND A1 OF THE DORSAL LATERAL GENICULATE NUCLEUS DURING THE DEVELOPMENT OF DEPRIVATION AND STRABISMIC AMBLYOPIA

Shkorbatova P.Y.<sup>1</sup>, Kalinin A.N.<sup>2</sup>, Alekseenko S.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pavlov Institute of physiology RAS, St. Petersburg, Russia,  
<sup>2</sup>Ivanovo State University, Ivanovo, Russia, [polinavet@yandex.ru](mailto:polinavet@yandex.ru)

The aim of this study was to investigate the distribution of Y-neurons in eye-specific layers A and A1 of the dorsal lateral geniculate nucleus in kittens at the ages 4, 8 and 12 weeks, reared with early disorders of binocular vision (unilateral esotropia and monocular deprivation, surgically induced at 8-10 postnatal day). It is known, that Y-neurons contain phosphorylated domains of the high-molecular-weight neurofilament protein (NP), which can be detected using SMI-32 antibodies. The number and density of NP-immunopositive neurons in the layers A and A1 was evaluated, and then the differences between the layers was calculated according to the formula:  $D=(N_A-N_{A1})/(N_A+N_{A1})$ , where  $N_A$  is the density of the neurons in layer A, innervated from the contralateral eye,  $N_{A1}$  – density of neurons in the layer A1, innervated from the ipsilateral eye. Assessment of density of NP-positive neurons was carried out near the projections of 1, 5, 10 and 20 angular degrees along the central horizontal meridian of visual field.

It was found, that in monocular deprived kittens as early as 4 weeks of age, there are significant differences of D ratio from the normal values within the projection of the entire visual field. At the age of 8 and 12 weeks the absolute D value was significantly higher than the D values in intact and 4-weeks-aged monocular deprived kittens, within the projection of the entire visual field. Thus, kittens of all ages have positive D values in the hemisphere ipsilateral to deprived eye, and negative D values in the hemisphere contralateral to deprived eye. This means a decline in the density of the NP-immunopositive neurons in layers, receiving inputs from the deprived eye in both hemispheres in monocular deprived kittens of all ages. In strabismic kittens D differed from normal values only in the hemisphere, ipsilateral to the squinting eyes: at the age of 8 weeks in the projection of 20 angular degrees, and at the age of 12 weeks – in the projection 10 and 20 angular degrees. Therefore, reduction in the density of the NP-immunopositive neurons in strabismic kittens is seen in the projection of the periphery of the visual field. These findings point to the importance of binocular visual experience for the development of Y-neurons.

## ОПОЗНАНИЕ ФРАГМЕНТИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ

Шошина И.И.<sup>1</sup>, Конкина С.А.<sup>1</sup>, Пронин С.В.<sup>2</sup>, Шелепин Ю.Е.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия;  
<sup>2</sup> ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия;  
<sup>3</sup> ФГОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия;  
[shoshinaii@mail.ru](mailto:shoshinaii@mail.ru), [yshelepin@yandex.ru](mailto:yshelepin@yandex.ru)

В рамках проблемы восприятия и распознавания образов выделяют два подхода: определение глобальных статистических свойств изображений и выделение локальных информативных признаков высшего порядка. Эти подходы описывают два различных механизма, которые могут быть задействованы для распознавания объектов: механизм глобального и локального описания изображения. Локальное описание осуществляется на основе локальных признаков изображения, глобальное – на основе статистических характеристик целостного изображения. Проблема состоит в изучении функциональных характеристик этих механизмов, особенностей их взаимодействия, роли взаимодействия для обеспечения целостности восприятия. Одним из наиболее эффективных подходов к изучению механизмов зрительного восприятия, как и любых других механизмов, является их исследование в крайних условиях функционирования, в частности при психопатологии. Известно, что нарушение целостности восприятия характерно для лиц, страдающих шизофренией. Нарушения могут быть на разных уровнях: на уровне обнаружения, различения или опознания объекта. Цель исследования – изучение механизмов глобального и локального анализа, особенностей их взаимодействия и роли взаимодействия для обеспечения целостности восприятия в задаче опознания с использованием фрагментированных изображений на модели шизофрении. Объекты исследования: 24 психически здоровых испытуемых (23-42 лет) и 54 пациента, страдающих шизофренией (19-64 лет). Использовали авторскую компьютерную версию Голлинг-теста. Предъявляли 75 контурных изображений. В момент опознания фигуры накопление фрагментов останавливали и фиксировали минимальную суммарную площадь выведенных в этот момент фрагментов в процентах от полной площади контура. Установлено, что пациентам, страдающим шизофренией, требуется большее количество фрагментов контура для опознания объекта, чем здоровым испытуемым. Лицам с первым эпизодом шизофрении потребовалось меньшее количество фрагментов контура для опознания объекта, чем хронически больным, также как и пациентам с приступообразным типом течения заболевания, по сравнению с пациентами с непрерывным типом течения заболевания. Результаты исследования свидетельствуют о нарушении при шизофрении работы механизмов опознания фрагментированных фигур, то есть механизмов, обеспечивающих построение целостного образа. Исходя из теории пространственно-частотной фильтрации, – это механизмы глобального и локального анализа. Таким образом, мы продемонстрировали нарушение работы механизмов глобального и локального анализа на высших уровнях обработки информации, показали, что степень выраженности этих нарушений зависит от клинической картины и типа течения заболевания.

*Работа поддержана РНФ, грант 14-15-00918.*

## THE RECOGNITION OF FRAGMENTED IMAGES IN SCHIZOPHRENIA

Shoshina I.I.<sup>1</sup>, Konkina S.A.<sup>1</sup>, Pronin S.V.<sup>2</sup>, Shelepin Y.E.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia  
<sup>2</sup>Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia  
<sup>3</sup>St.-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia; [shoshinaii@mail.ru](mailto:shoshinaii@mail.ru), [yshelepin@yandex.ru](mailto:yshelepin@yandex.ru)

According to the problems of perception and pattern recognition there are two General approaches: identification of the global statistical properties of the image and the selection of local informative features of the highest order. These approaches describe two different mechanisms that may be involved for the recognition of objects. It is the mechanism of global and local descriptions of the image. Local description is based on the local features of the image, the global is on the statistical characteristics of the holistic image. The problem consists in studying functional characteristics of these mechanisms, especially their interactions, the role of the interaction to ensure the integrity of perception. One of the most effective approaches to the study of mechanisms of vision, as well as any other mechanisms is the study in extreme operating conditions, particularly in psychopathology. It is known that the dysfunction of the integrity of perception is a typical characteristic of individuals suffering in schizophrenia. Disorders can be at different levels: at the level of detection, distinction or identification of the object. The purpose of the study is to study of the mechanisms of global and local analysis, features of their interaction and the role of interaction to ensure the integrity of perception in the task of identification using fragmented images on model of schizophrenia. Objects of the research are 24 mentally healthy persons (23-42 years) and 54 patients with schizophrenia (19-64 years). We use any copyrighted computer version Gollin test with the contour images. We fixed the minimal total area of fragments in the percent of the total area of the contour at the time of identification of the stimulus. It was found that patients with schizophrenia require more contour fragments to identify the object, than healthy subjects. Individuals with first-episode schizophrenia require fewer fragments for identification of the object contour than the chronically ill, as well as patients with paroxysmal type of the disease compared with patients with a continuous type of the disease. The results of the study certify the dysfunction of mechanisms of identification of fragmented figures in schizophrenia, that is, mechanisms for building a complete image. Based on the theory of spatial-frequency filtering in the visual system, these mechanisms are mechanisms of global and local analysis. Thus, we have demonstrated dysfunction of the mechanisms of global and local analysis at the highest levels of information processing, showed that the severity of these disorders depends on the clinical picture and the type of the disease.

*Supported by the RSF (№ 14-15-00918).*

### **ЭТАЛОНЫ ПАМЯТИ: СОХРАНЕНИЕ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ**

**Шпагонова Н.Г., Садов В.А., Петрович Д.Л.**

Институт психологии РАН, г. Москва, Россия, [shpagonova@mail.ru](mailto:shpagonova@mail.ru)

Динамические характеристики эталона памяти для стимулов разной модальности исследовались в работах отечественных и зарубежных авторов. Показано, что с течением времени хранения эталона в памяти забывания не происходит, а наоборот увеличивается точность опознания, различения. Установленные факты динамики характеристик эталона в процессе хранения не зависели от модальности и особенностей стимулов (громкость, цвет, длительность, длины линий), а также от методов исследования: узнавания, воспроизведения, психофизических методов.

Целью данной работы является экспериментальное исследование динамики физических и семантических характеристик эталона в процессе его хранения в долговременной памяти. В качестве эталона был выбран звуковой фрагмент – пение птиц в лесу (2449мс). В исследовании использовались следующие методы: семантический дифференциал (СД) для описания звукового фрагмента, метод воспроизведения длительности. Исследование проводилось индивидуально и состояло из десяти серий (от 20 минут до 70 дней). В первой серии испытуемому предъявлялся эталон для запоминания его длительности. Затем испытуемый оценивал характеристики звукового фрагмента по пунктам СД. Через 20 минут после запоминания эталона испытуемый воспроизводил его длительность на клавишу. Во всех последующих сериях испытуемый должен был вспомнить эталон, воспроизвести его длительность эталона и заполнить бланк СД. Результаты исследования показали наличие нелинейного тренда при воспроизведении длительности эталона в процессе отдельного эксперимента в сторону увеличения, который не является процессом научения. Данная динамика характерна для всех экспериментов независимо от задержки воспроизведения длительности (от 20 минут до 70 дней). Выявлена недооценка длительности эталона в среднем по группе и у большей части испытуемых во всех экспериментальных сериях. Показано, что наибольшие изменения величины эталона происходили в самом начале хранения с 20 мин. до 7 дней. С увеличением длительности хранения эталона происходило уменьшение величины стандартного отклонения в среднем по группе, достигая минимального значения на 7 сутки. Таким образом, в процессе хранения увеличивалась точность воспроизведения длительности эталона. Выявлена динамика структуры семантического описания эталона по признакам (СД). С увеличением длительности хранения в долговременной памяти эталон оценивался, как менее приятный, звонкий, знакомый, известный, живой, более длинный, утомительный, законченный.

*Задание ФАНО РФ № 0159-2016-0004.*

### **MEMORY STANDARDS: PRESERVATION AND REPRODUCTION**

**Shpagonova N.G., Sadov V.A., Petrovich D.L.**

Institute of psychology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [shpagonova@mail.ru](mailto:shpagonova@mail.ru)

The dynamics of storage the standard stimulus of different modalities was investigated by domestic and foreign authors. It was found forgetting with time of storing the standard stimulus, but rather the accuracy of identification and discrimination increases. Established facts of dynamics of characteristics of the standard stimulus during its storage in long-term memory didn't depend on a modality and features of incentives (the loudness, color, duration, lengths of lines), and also on research methods: recognitions, reproduction, psychophysical methods.

The purpose of the study is the experimental research of the dynamics of physical and semantic features of the standard stimulus during its storage in long-term memory. We have selected as standard sound clip the birdsong in the forest (2449 ms). In research the following methods were used: the semantic differential (SD) for

the description of a sound fragment, a method of reproduction of duration of the standard stimulus. Research was conducted individually and consisted of ten series (from 20 minutes to 70 days). In the first series the subject was presented the standard stimulus to memorize its duration. After its memorization the subject measured the clip's features at the points of semantic differential (SD). After 20 minutes of storing the subjects reproduced the memorized duration of the standard stimulus pressing a key (20 times). In all subsequent series the subject had to remember the standard stimulus, reproduce its duration and fill in the SD form. Results of research showed existence of a nonlinear trend at reproduction of duration of a standard stimulus in the course of separate experiment towards increase which isn't learning process. This dynamics is characteristic for all experiments irrespective of a delay of reproduction of duration of a standard stimulus (from 20 minutes to 70 days). We found an underestimation of the duration of the standard stimulus in the group in all experimental series. It is shown that the greatest changes of length of the standard stimulus happened at the very beginning of storage from 20 minutes to 7 days. To increase in storage period of the standard stimulus there was a reduction of size of a standard deviation on average on group, reaching the minimum value for the 7th days. Thus, in the course of storage the accuracy of reproduction of duration of the standard stimulus increased. Dynamics of structure of the semantic description of the standard stimulus on signs (SD) is revealed. With increase in storage period in long-term memory the standard stimulus was estimated, as less pleasant, ringing, familiar, known, live, longer, tiresome, finished.

*The task is performed by FANO RF № 0159-2016-0004.*

### **ГИПОТАЛАМИЧЕСКИЕ СИГНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КАК МИШЕНЬ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2-ГО ТИПА И МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА** **Шпаков А.О.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия; alex\_shpakov@list.ru

В настоящее время сахарный диабет 2-го типа (СД2) и метаболический синдром (МС) являются наиболее распространенными метаболическими расстройствами, которыми в различных странах страдают более полумиллиарда человек и их число постоянно возрастает. Вследствие этого разработана новых путей лечения и профилактики СД2 и МС представляет собой одну из актуальных задач современной эндокринологии. С каждым годом появляется все больше свидетельств того, что ключевую роль в развитии этих метаболических расстройств играют функциональные нарушения в регулируемых нейромедиаторами и гормонами сигнальных системах гипоталамуса, который выполняет функцию интегратора сигналов, связывающих ЦНС и периферию. Наибольшее значение имеют нарушения в инсулиновой, лептиновой, меланокортиновой, дофаминовой и серотониновой сигнальных системах гипоталамуса, которые ответственны за патологические изменения энергетического обмена и сниженную инсулиновую чувствительность в периферических органах и тканях, а также за нарушение пищевого поведения и когнитивных функций, которые характерны для СД2 и МС и в ряде случаев являются первопричинами этих заболеваний. Фармакологическое восстановление гипоталамической регуляции у пациентов с СД2 и МС является одним из наиболее перспективных подходов для улучшения гликемического контроля, снижения инсулиновой резистентности, нормализации углеводного и липидного обмена, ослабления воспалительных процессов в ЦНС и на периферии. Для реализации этого подхода могут быть применены (1) селективные агонисты гормональных рецепторов, а также их аналоги, устойчивые к деградации, (2) интраназальный и другие способы введения нейромедиаторов и гормональных препаратов, позволяющие повысить их концентрацию в ЦНС, сниженную при диабетической патологии, (3) регуляторы пострецепторных звеньев сигнальных каскадов (ингибиторы тирозинфосфатаз и фосфодиэстераз, активаторы и ингибиторы различных классов протеинкиназ), (4) комбинированная терапия, направленная на восстановление различных звеньев гипоталамической сигнальной сети.

*Работа поддержана Российским Научным Фондом (проект 14-15-00413).*

### **THE HYPOTHALAMIC SIGNALING SYSTEMS AS A TARGET FOR TREATMENT OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS AND METABOLIC SYNDROME** **Shpakov A.O.**

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; alex\_shpakov@list.ru

Currently, type 2 diabetes mellitus (T2DM) and metabolic syndrome (MS) is the most common metabolic disorders. In various countries more than half a billion people suffer from these diseases, and the number of patients is constantly growing. As a consequence, the development of new ways to treat and prevent T2DM and MS is one of the urgent problems of modern endocrinology. With each year there is increasing evidences on the key role of functional disturbances in the neurotransmitters- and hormones-regulated signaling systems of the hypothalamus, which functions as an integrator of signals linking the CNS and the periphery, in the development of these metabolic disorders. The most important are the disturbances in the insulin, leptin, melanocortin, dopamine and serotonin signaling systems of the hypothalamus, which is responsible for the pathological changes of energy metabolism and the decreased insulin sensitivity in the peripheral tissues and organs, as well as for eating disorders and cognitive dysfunctions that are characteristic of T2DM and MS and in some cases are the causes of these diseases. The pharmacological restoration of the hypothalamic regulation in patients with T2DM and MS is one of the most promising approaches to improve glycemic control, reduce insulin resistance, normalize carbohydrate and lipid metabolism, and to reduce the inflammation processes in the CNS and in the periphery. To implement this approach can be used: (1) selective agonists of hormonal receptors, as well as their analogues resistant to degradation, (2) the intranasal and other methods of administration of neurotransmitters and hormones, allowing to increase their concentration in the CNS, decreased in diabetic pathology, (3) the regulators the post-receptor events of signaling cascades (the inhibitors of tyrosine phosphatases and phosphodiesterases, the

activators and inhibitors of different types of protein kinases), (4) the combined therapy for the restoration of various components of the hypothalamic signaling network.

*This work was supported by the Russian Science Foundation (project 14-15-00413).*

**АНАЛИЗ СПЕКТРАЛЬНО-КОГЕРЕНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЭГ У ИСПЫТУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ  
НОВИЗНЫ СЕНСО-МОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Шпрингель Н.А., Муртазина Е.П., Журавлев Б.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «НИИ нормальной физиологии им.  
П.К.Анохина», Москва, Россия; [n.shpringel@nphys.ru](mailto:n.shpringel@nphys.ru)

Актуально изучение результативности деятельности человека и его психофизиологического состояния в изменяющихся внешних условиях окружающей среды. Цель данного исследования – выявить различные изменения спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ в процессе выполнения зрительно-моторного теста в условиях новизны деятельности, а также их взаимосвязи с показателями результативности деятельности. Психофизиологические обследования проведены с участием 42 условно здоровых добровольцев обоих полов (31 юношей и 11 девушек), 17-34 лет с использованием зрительно-моторного теста «Стрелок». Обнаружено, что новизна выполнения теста по сравнению с автоматизированной деятельностью вызывает снижение тета-ритма ЭЭГ во многих областях коры левого полушария головного мозга испытуемых. Спектральные мощности альфа-2 ритма симметрично снижались во всех областях, кроме фронтальной зоны правого полушария. Картина изменений спектральных мощностей ритма бета-1 диапазона ЭЭГ была не однозначна: его возрастание наблюдалось в правой теменной зоне, а снижение – в левой фронтальной и зрительных зонах. Бета-2 ритм ЭЭГ в большей степени возрастал симметрично в центральных и особенно теменных зонах коры, а также левой зрительной области. Показатели полной когерентности ритмической активности межполушарных отведений возрастали при выполнении серии теста в новых условиях: между фронтальными, теменными и зрительными областями коры головного мозга испытуемых. Анализ внутри-полушарной когерентности ритмов ЭЭГ позволил выявить большую степень возрастания взаимосвязей в правом полушарии головного мозга. Обнаружены достоверные взаимосвязи изменений показателей результативности деятельности в условиях новизны выполнения теста с изменениями спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ: положительные коэффициенты корреляции с межполушарной когерентностью, индексами мощности тета- и бета1- левого полушария; отрицательные с лево-внутриполушарной когерентностью и мощностью бета2-теменной и центральной коры правого полушария. Таким образом, результаты анализа энцефалографических показателей в процессе выполнения сенсо-моторной деятельности в новых условиях показали, что степень изменения спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ, в частности, изменения межполушарных и внутриполушарных показателей синхронизации активности различных зон коры головного мозга, может определять скорость переобучения человека и характер его деятельности, т.е. адаптивность субъекта к изменениям условий достижения результатов.

**ANALYSIS OF THE SPECTRAL-COHERENT CHARACTERISTICS EEG IN SUBJECT IN THE CONDITION OF  
NOVELTY SENSORIMOTOR ACTIVITIES**

**Shpringel N.A., Murtazina E.P., Zhuravlev B.V.**

Federal State Institution of Science «P.K. Anokhin Institute of Normal Physiology», Moscow, Russia,  
[n.shpringel@nphys.ru](mailto:n.shpringel@nphys.ru)

The study of the impact of changing environment on the results of human activity and psycho-physiological state is a hot topic. The aim of the study is to reveal different changes of spectrally-coherent characteristics of electroencephalogram in the process of execution of a visual-motor test when a sudden change in conditions and their interrelations with the activity indicators. Forty-two conditionally healthy volunteers (31 men and 11 women, aged between 17 and 34) participated in the study. Investigation conducted with the help of visual-motor test «Strelok». It was found that sudden change in conditions caused the decrease in EEG theta rhythm in various parts of the left hemisphere cerebral cortex of the tested individuals in comparison with their reaction to the usual activities. The alpha-2 rhythm spectral power decreased symmetrically in all the zones besides frontal zone of the right hemisphere. The changes in the beta-1 rhythm spectral power were mixed. The growth of the beta-1 rhythm spectral power in the right parietal zone and its decrease in the left frontal and visual zones were detected. The beta-2 rhythm increased symmetrically in the central and parietal zones and in the left visual zone as well. Indicators of complete coherence rhythmic activity hemispheric increased when the test was conducted in the new conditions. This affected the frontal, parietal, and the visual cortex of the tested persons. Analysis of intra-hemispheric coherence of the EEG rhythms revealed a greater degree of the ties's increase in the right hemisphere of the brain. There were a significant relationship between the changes in performance, caused by the sudden change in conditions, with the changes of EEG spectral and coherent properties: positive correlation coefficients with the inter-hemispheric coherence, indicators of power of theta- and beta1 rhythms in the left hemisphere; negative correlation with the left intra-hemispheric coherence, the power of beta2 rhythm in the parietal and central cortex of the right hemisphere. The results of the study showed that the degree of the changes in the electroencephalogram spectrally-coherent characteristics, including the changes in the inter- and intra-hemisphere indicators of synchronization of the cerebral cortex zones activities, could determine the rate of the human retraining and other characteristics of his activities, thereby characterizing his adaptability to the changes in the environment.

## **ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕПРИВАЦИИ НА ПОВЕДЕНИЕ КРЫС И ЕГО НЕЙРОХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ОБЩЕГО АДАПТАЦИОННОГО СИНДРОМА**

**Штемберг А.С., Кохан В.С., Базян А.С., Кудрин В.С., Матвеева М.И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр РФ –  
Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; [andrei\\_shtemberg@mail.ru](mailto:andrei_shtemberg@mail.ru)

Исследовали эффекты комбинированного воздействия гипогравитации, моделируемой в наземных экспериментах (модели гипокинезии – ГК и антиортостатического вывешивания – АНОВ) и ионизирующих излучений на поведение крыс и обмен моноаминов в различных структурах мозга на разных стадиях общего адаптационного синдрома (ОАС).

ГК на стадиях тревоги (7-суточное воздействие) и резистентности (30-суточное воздействие) ОАС с последующим гамма-облучением в дозе 3 Гр вызывали повышение генерализованного возбуждения, активацию эмоционально-вегетативных компонентов поведения и склонности к жесткой стереотипии. Модифицирующий эффект облучения проявлялся только при воздействии на стадии тревоги ОАС.

При синхронном комбинированном воздействии АНОВ и длительного гамма-облучения с последующим облучением высокоэнергетическими протонами в суммарной дозе 4 Гр в стадии истощения ОАС происходило достаточно быстрое восстановление основных компонентов двигательной и ориентировочно-исследовательской активности у животных. Воздействие АНОВ превалирует в формировании эмоционально-мотивационной основы поведения в «открытом поле», причем исследуемые факторы оказывали значительно более выраженное действие на эмоционально-мотивационные процессы, нежели на когнитивные функции. Воздействие АНОВ и комбинированное воздействие АНОВ + облучение нарушает долговременную память; только облучение не дает такого эффекта. При аналогичных воздействиях в стадии резистентности ОАС исследование пространственной ориентации, обучения и воспроизведения пространственной памяти крыс в водном лабиринте Морриса достоверных различий не выявило. Отмечена тенденция к некоторому замедлению обучения у облученных крыс. Исследование в приподнятом крестообразном лабиринте выявило снижение тревожности у крыс всех экспериментальных групп, что подтверждается данными поведения в «открытом поле». В целом незначительное влияние исследованных факторов на когнитивную деятельность животных хорошо соотносится со слабо выраженными изменениями концентрации моноаминов в структурах мозга, отвечающих за когнитивное и эмоционально-мотивационное поведение; в то же время при комбинированном воздействии АНОВ +  $\gamma$ -облучение + протоны, наряду с гиппокампом и префронтальной корой выявлены изменения в прилежащем ядре, являющемся основной интегрирующей структурой мезолимбической ДА системы, которая индуцирует мотивированное поведение.

## **THE EFFECTS OF THE IONIZING RADIATION AND THE MOTOR DEPRIVATION INFLUENCE ON THE RATS BEHAVIOR AND ITS NEUROCHEMICAL MECHANISMS IN THE DIFFERENT STAGES OF THE GENERAL ADAPTATION SYNDROM**

**Shtemberg A.S., Kohan V.S., Bazyan A.S., Kudrin V.S., Matveeva M.I.**

Institute of Biomedical Problems RAS, Moscow, Russia; [andrei\\_shtemberg@mail.ru](mailto:andrei_shtemberg@mail.ru)

The effects of combined influence of hypogravitation in the ground experiments (models of hypokinesia and tail suspension) and ionizing radiation on the rats behavior and monoamines metabolism in the different brain structures on the different stages of the general adaptation syndrome (GAS) were investigated.

Hypokinesia on the apprehension (7 days impact) and resistance (30 days impact) stages of GAS and the following gamma-irradiation in 3 Gy dose provoked the increasing of generalize excitation, emotional and vegetative components of behavior activation and addiction to hard stereotypy. The modified effect of radiation appeared in the apprehension stage of GAS only.

The synchronous combined impact of tail suspension and prolonged gamma-irradiation with followed high energy protons irradiation in summary dose 4 Gy in the deterioration stage of GAS we observed enough quick recovery of rats locomotory, orientation and investigation activity. The tail suspension impact predominate in emotional and motivation basis of rats behavior in "open field" test. These factors took more strong effect on emotional and motivation processes than cognitive functions. The tail suspension impact and combined impact of tail suspension and irradiation disturb of long memory; irradiation only not. In the resistance stage of GAS we do not observed significant changes of the rats space orientation, learning and preservation of space memory in the Morris water test. We note the tendency to some delay of irradiated rats learning. The investigation of rats behavior in elevated crucial maze revealed of anxiety decreasing in rats of all experimental groups. These data were confirmed by data of rats behavior in "open field" test. In whole, unessential influence of experimental factors on the animal cognitive functions well correlate to the weak changes of the monoamine concentration in brain structures which important for cognitive and emotional and motivation behavior. At the same time, combined impact of tail suspension +  $\gamma$ -irradiation + protons provoked the changes of monoamines concentration in the hippocampus, prefrontal cortex and nucleus accumbens. Nucleus accumbens is the basic integrated structure of mesolimbic dopaminergic system which induce of motivation behavior.

## **НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ, ФОРМИРУЮЩИЕ ПСИХИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ**

**Штирбу Е.И., Березовская Е.С., Корлэтеану А.Н., Булат О.В., Тросиненко А.В.**

Институт физиологии и санокреатологии Академии наук Молдовы, Кишинэу, Республика Молдова,  
[valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Определение индивидуального уровня психического здоровья является одной из актуальных задач психосанокреатологии (Фурдуй 2013, 2015), решение которой имеет не только научное, но и большое прикладное значение, как для санокреатологии, так и для широкого ряда других областей знания, таких как

медицина, психология, социология, педагогика и др. В настоящее время для оценки психического здоровья используются психологические и психофизиологические методы. Психологические методы многочисленны, разнообразны и широко используются для оценки большинства аспектов проявления психики; их весомым преимуществом является относительная простота проведения и невысокая стоимость, однако зачастую они недостаточно точны и субъективны. Нейрофизиологические же методы на практике используются значительно реже, хотя их отличает высокая объективность, точность и специфичность. Целью настоящего исследования был анализ собственных и литературных данных для выявления и систематизации основных нейрофизиологических компонентов (феноменов), отражающих состояние психического здоровья. В результате были определены следующие компоненты, наиболее полно отражающие различные психические процессы и состояния: 1) тип высшей нервной деятельности – отражает тип темперамента и др.; 2) ассоциативные рефлексy – отражают способность к обучению, к выбору адаптивных форм поведения и др.; 3) сенсорные, моторные произвольные и эмоциональные реакции – отражают лабильность, силу психических процессов и состояний, и др.; 4) тонус больших полушарий – отражает способность достижения оптимального состояния для психической деятельности; 5) корреляция активности нервных структур – отражает интеграцию нервных структур в функциональные системы; 6) динамика нервных процессов – отражает временные параметры психических процессов и состояний; 7) латерализация функций и доминирование больших полушарий – отражают характеристики произвольных движений, познавательных процессов, эмоций и др.; 8) психофизиологические состояния, вызванные внешними и внутренними факторами – отражают способность к психической деятельности, ее динамику и другие ее аспекты; 9) морфологический, биохимический и генетический статус нервных структур – отражает различные характеристики психических процессов, состояний и поведения; 10) биоритмы нейрофизиологических процессов – отражают выраженность, динамику и эффективность психической деятельности в различные стадии биоритмов. Исходя из представления о том, что перечисленные группы нейрофизиологических компонентов объективно отражают психические процессы и состояния, можно считать, что саногенность нейрофизиологических компонентов отражает саногенность компонентов психики. Для более полной оценки психического здоровья психофизиологические методы необходимо использовать в комплексе с психологическими.

**NEUROPHYSIOLOGICAL COMPONENTS FORMING MENTAL HEALTH**  
**Shtirbu E.I., Berezovskaya E.S., Korlăteanu A.N. Bulat O.V., Trosinenko A.V.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology of the Academy of Sciences of Moldova, Chisinau, the Republic of Moldova, valentina.ciochina@gmail.com

Determination of mental health individual level is one of the topical issues of psychosynecreatology (Furdui 2013, 2015). Its solution is not only of scientific importance but also of great applied value for synecreatology as well as for a wide range of other fields of knowledge, videlicet, medicine, psychology, sociology, pedagogy etc. At present, psychological and psychophysiological methods are used for mental health assessment. Psychological methods are numerous, various and largely used to estimate most aspects of psyche manifestation; their significant advantages are the relative simplicity of their carrying out and their low cost, however, often they are not accurate enough and subjective. Neurophysiological methods are used much less frequently though high objectivity, accuracy and specificity are their characteristics. The aim of the research was an analysis of our own and others' published data to reveal and systematize principal neurophysiological components (phenomena) reflecting mental health condition. As a result, the following components most completely reflecting diverse psychic processes and states were determined: 1) type of the higher nervous system – reflects type of temperament etc.; 2) associative reflexes – reflect academic aptitude, ability to select adaptive forms of behavior etc.; 3) sensory, motor voluntary and emotional reactions – reflect lability, strength of psychic processes and states etc.; 4) tone of the cerebral hemispheres – reflects ability to reach the optimal state for psychic activity; 5) nervous structures activity correlation – reflects integration of nervous structures into functional systems; 6) nervous processes dynamics – reflects time parameters of psychic processes and states; 7) lateralization of functions and dominance of the large cerebral hemispheres – reflect characteristics of voluntary movements, cognitive processes, emotions etc; 8) psychophysiological states conditioned by external and internal factors – reflect ability to psychically act, dynamics and other aspects of psychic activity; 9) morphological, biochemical and genetic status of nervous structures – reflects various characteristics of psychic processes, states and behavior; 10) biorhythms of neurophysiological processes – reflect pronouncedness, dynamics and efficacy of psychic activity in different stages of biorhythms. In the belief that the enumerated groups of neurophysiological components objectively reflect psychic processes and states, it can be considered that sanogenity of the neurophysiological components reflects sanogenity of psyche components. To assess mental health more completely, psychophysiological methods are to be used along with psychological ones.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСТРАКТА РЫЛЕЦ ШАФРАНА ПОСЕВНОГО НА НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛОВОГО ПОВЕДЕНИЯ КРЫС-САМЦОВ**

**Шукюрова П.А., Бабаев Х.Ф., Садых-заде Р.А., Гаджиева Б.Х.**

Институт Физиологии им. А.И.Караева НАН Азербайджана, Баку, [parvana-farm@rambler.ru](mailto:parvana-farm@rambler.ru)

Исследования последних лет выявили наличие у шафрана таких фармакологических свойств, как стимулирующее действие на гормональный фон в женском организме (Heidary M. et al., 2008), на половое поведение нормальных крыс-самцов (Hosseinzadeh H, Ziaee T, Sadeghi A., 2008).

Принимая это во внимание, сочли целесообразным изучить влияние экстракта из рылец эндемического шафрана на некоторые параметры полового поведения крыс-самцов. Крысы-самцы были разделены на 3 группы: 1 группа – интактные животные, 2 группа – контроль – животные получали *per os* физиологический раствор, 3 группа – эксперимент – животные получали *per os* экстракт шафрана, из



расчета 200 мг/кг. На 5-ый день введения экстракта шафрана оценивали процептивное и рецептивное половое поведение.

При анализе результатов процептивного и рецептивного поведения было установлено, что в половом поведении крыс-самцов, которые получали экстракт шафрана, отмечалось достоверное увеличение количества подходов к интактным крысам-самкам (относительно контроля).

Таким образом, из проведенных исследований можно заключить, что введение крысам-самкам экстракта из рылец шафрана (*Crocus sativus* L. *Iridaceae*) оказывало стимулирующее действие и на процептивные и рецептивные компоненты их половой активности.

#### **УЧАСТИЕ РАСТОРМАЖИВАНИЯ И ТОРМОЖЕНИЯ В РАБОТЕ ИНТЕРФЕЙСА «МОЗГ – КОМПЬЮТЕР» (ИМК)**

**Шульгина Г.И., Фролов А.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия

Исследования с применением определения коркового представительства соответствующих мышц посредством фМРТ. показали, что снижение амплитуды  $\mu$ -ритма (роландический или аркуатный ритм с частотой 12 – 13/с) является наиболее отчетливым и стабильным параметром изменений ЭЭГ, если человек намерен сделать определенное движение (Фролов и соавт. 2014). Показано также, что при намерении сжать левую руку в первичном соматосенсорном представительстве правой руки (ВА 3а) возникает повышение амплитуды  $\mu$ -ритма и наоборот. Pfurtscheller и Lopes da Silva (1999) обнаружили подобное явление для первичного сенсомоторного представительства правой и левой руки. Согласно общепринятому представлению, предложенному в 1935 г. (Adrian and Yamagiva, 1935), повышение амплитуды  $\mu$ -ритма трактуется как отражение синхронизации, а снижение ее как отражение десинхронизации в работе нейронов в соответствующем участке коры

К настоящему времени известно, что ЭЭГ действительно отражает взаимодействие ВПСП и ТПСП и суммарные колебания мембранного потенциала нейронов. Синхронизации в работе нейронов повышается вследствие почти одновременно возникающих тормозных пауз. Ее можно назвать синхронизацией по тормозному типу. На фоне активации ЭЭГ в виде снижения амплитуды медленных колебаний потенциала наблюдается переход от регулярных (альфа-ритм,  $\mu$ -ритм) или нерегулярных (альфаподобный ритм, дельта-ритм) разрядов к упорядоченным тоническим разрядам, что определяется снижением уровня гиперполяризационного торможения, т. е. растормаживанием. При этом синхронизация в работе нейронов не снижается, а повышается по сравнению с периодом покоя или торможения поведения, что можно назвать синхронизацией по активационному типу (Шульгина, 2007). Сведения о повышении синхронности и упорядоченности в работе нейронов на фоне активации ЭЭГ хорошо согласуются с данными О. А. Мокленко и соавт. (2013) о повышении уровня возбудимости моторной коры в этих условиях и о положительном действии тренировок с применением ИМК. Если повышение амплитуды ритмов ЭЭГ отражает относительное усиление тормозных гиперполяризационных процессов, то в работах Pfurtscheller'a и Lopes da Silva (1999), Фролова и соавт. (2014) обнаружено, что в корковом представительстве левой руки при намерении ее сжать возникает растормаживание, а в представительстве правой руки – торможение, т.е. реципрокные отношения.

#### **PARTICIPATION OF DISINHIBITION AND INHIBITION IN-PROCESS OF WORK OF INTERFACE «BRAIN – COMPUTER» (IBC)**

**Shul'gina G.I., Frolov A.A.**

Federal public budgetary Institution of science Institute of higher nervous activity and neurophysiology of RAS,  
Moscow, Russia

Research with the use of determination of cortex location of the proper muscles by means of fMRT show that a decreasing of amplitude of  $\mu$  –rhythm with frequency 12 – 13/s was the most distinct and stable parameter EEG, if a man intends to do certain motion (Frolov et all. 2014). It was also revealed in this work, that there is an increase of amplitude at intention to squeeze a left arm in the primary somatosensor representative office of right arm (VA 3a)  $\mu$ - rhythm and vice versa. Pfurtscheller and Lopes da Silva (1999) found out the similar phenomenon for the primary sensor motor representative office of right and left arm. In obedience to the generally accepted opinion, to offered by Adrian and Yamagiva, (1935), the increase of amplitude of  $\mu$  – rhythm is interpreted as a reflection of synchronization, and decline of it as a reflection of desynchronization in process of neurons is in the proper area of cortex. It is known to the present tense, that EEG indeed reflects co-operation of EPSP and IPSP and total oscillation of membrane potential of neurons. Synchronization in-process of neurons. rises as a result to almost simultaneously nascent inhibitori pauses. It can be named synchronization on an inhibitory type. On a background activating EEG as a decline of amplitude of slow oscillations of potentials there is a transition from regular (alpha-rhythm,  $\mu$  – rhythm) or irregular (delta-rhythm) action potentials to the well-organized tonic impulsation> That is determined the decline of level of the hyperpolarization inhibition, i.e disinhibition. Synchronization in-process of neurons does not go down thus, but rises as compared to the period of rest or inhibition of behavior. That can be named synchronization on an activating type (Shul'gina, 2007). Information about the increase of synchronousness and efficiency in-process neurons on a background activating EEG well comport with information of O. A. Mokiienko et all. (2013) about the increase of level of excitability of motor cortex in these terms and about the positive action of trainings with the use of IBC. If increase of amplitude of rhythms EEG reflects the relative strengthening of inhibitory hyperpolarization processes, in works of Pfurtscheller and Lopes da Silva (1999), Frolov et all (2014) it is revealed that in the cortex location of the proper extremities at intention to accomplish motion there are opposite relations of inhibition and disinhibition.

## МЫШЛЕНИЕ В ЕСТЕСТВЕННОМ И ИСКУССТВЕННОМ НОСИТЕЛЕ ИНТЕЛЛЕКТА, Шумилов В.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
E-mail: vnshumilov@rambler.ru

Мы изложили наше представление о механизмах мозга, согласно которому механизмы эти очень просты, уже хотя бы потому, что они образовались в природе сами по себе, в соответствии со 2-м законом термодинамики, со стремлением к наиболее вероятному состоянию, с выравниванием потенциалов (различий). Можно сказать, что механизмы мозга сугубо локальны и примитивны. Но в итоге – сложнейшее отображение мира.

Как в структурах мозга с сугубо локальными, примитивными механизмами взаимодействия между активными элементами – нейронами возникают мысли, которые мы называем высокими, абстрактными? Которые действительно, очень сложны. Что является для них основой, и каковы движущие потенциалы, каковы механизмы, приводящие к возникновению таких сложных мыслей на примитивных структурах? Как эти мысли проявляются в издаваемых звуках, в мимике, в жестах, в движениях?

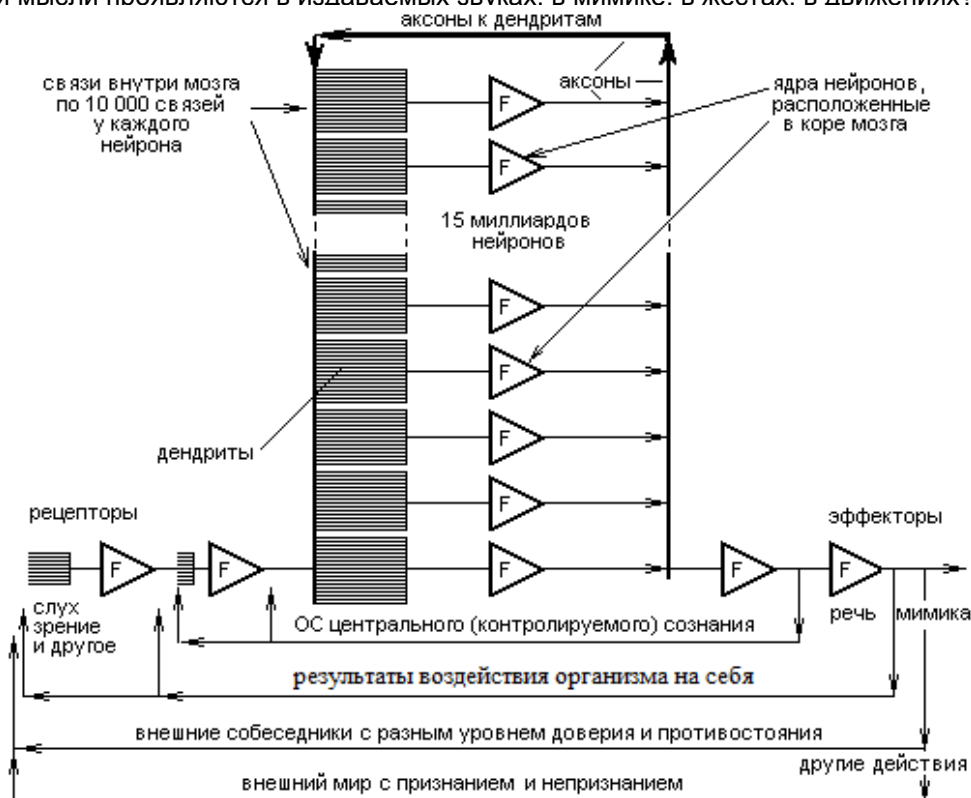


Рисунок 1. Схема электрическая принципиальная мозга.

Нейроны, имея лишь локальные механизмы, в принципе не могут определить, откуда поступают сигналы на их входы. Поэтому все нейроны вместе со своими связями действуют везде совершенно одинаково, независимо от того, откуда поступают возбуждающие сигналы. Каждый нейрон, возбуждаясь и ретранслируя сигнал дальше, делает свой «прогноз» ожидаемых возбуждающих его сигналов, которые имели место при образовании его новых связей. Каждый раз эти прогнозы одноступенчатые. При этом ретранслируемые дальше сигналы возбуждения нейронов в большой электронной схеме – мозге выступают в качестве возбуждающих факторов для последующих нейронов, порождая следующие звенья одноступенчатых прогнозов. И такие одноступенчатые прогнозы объединяются в длинные, часто пересекающиеся и разветвляющиеся цепочки многоступенчатых прогнозов. Прохождение сигналов по таким длинным цепочкам и представляет собой мысли, фрагменты мыслей.

При большом количестве элементов в такой схеме «мысль», будучи изначально порождённой каким-то непосредственным раздражителем из внешней среды, проходя по цепочке реакции организма именно на этот раздражитель, с необходимостью соприкасается с другими цепочками и запускает движение сигналов по ним. Так что мысль может бродить по схеме очень долго (пока не угаснет на очередном звене), образуя при своём прохождении всё новые связи между активными элементами. При этом, запуская всё новые цепочки через различные ассоциации, начальный сигнал от занозы может перейти к игле, к металлам, к космолётам, телескопам, к иным галактикам. Пути движения сигналов по схеме определяются как конфигурацией входных сигналов, так и структурой существующих связей между активными элементами (нейронами), сложившейся к моменту прохождения, то есть индивидуальным опытом данной схемы. А также состоянием структур мозга в данный момент (например, их усталостью).

Теперь можно задать вопрос: «А может ли устройство мыслить?»

Для того, чтобы ответить на этот вопрос, мы сначала сказать, что значит мыслить? И должны ответить на основе ответа на этот последний вопрос на следующий вопрос: «А может ли мыслить человек?». То есть, надо сформулировать операционно пригодное формализованное определение

мышления. Будем понимать под мышлением информационный процесс в мозге, который не является короткой прямой реакцией мозга на раздражение. Когда трудно, практически невозможно обоснованно и достоверно указать на воздействие внешней среды (раздражитель), породившее (инспирировавшее) конечную реакцию мозга. Такое положение (ситуация) постоянно возникает в нашем мозге по той причине, что путей следования сигналов в нашем мозге так много, что цепи, проводящие их, многократно пересекаются, объединяются. Поэтому и невозможно достоверно отследить очень длинную цепочку возбуждений активных элементов, по которой прошла наша мысль.

Так что, если информационная наполненность УУ будет достаточно большой (будет иметь место большое количество цепочек, длинных и коротких), то УУ будет мыслить, а наблюдатель, наблюдающий за действиями УУ, и не заметит разницы между УУ и живым человеком. Вполне возможно, что не только люди, но и другие высшие животные мыслят. Просто мы, как субъекты, слишком разнимся с ними, и не понимаем их действий, намерений. А, кроме того, мы слишком антропоцентричны.

## **ГЛОБАЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ РЕФЛЕКСОВ БЕЗ ЛОКАЛЬНОГО**

**Шумилов В.Н.**

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г.Томск,

E-mail: [vnshumilov@rambler.ru](mailto:vnshumilov@rambler.ru)

В представляемой работе даётся описание модели механизма торможения рефлексов. До сих пор нет общепринятого взгляда на механизм торможения рефлексов, который бы позволил понять процесс торможения в деталях. Во времена Павлова в принципе невозможно было исследовать явления образования рефлексов и их торможения на микроуровне, о происходящем можно было судить только по общей реакции организма на совокупности раздражителей и их изменение. Поэтому трудно было рассчитывать на создание содержательной детальной модели этих процессов. В лучшем случае можно было рассчитывать на создание логических схем, поясняющих общую для всего организма результирующую реакцию на предъявляемые организму конфигурации раздражителей.

Такая схема – «учение о соотношении возбуждения и торможения», и было создано Павловым И.П. Это учение основано на естественном допущении, что реакция организма на какое-либо раздражение обеспечивается возбуждением цепочки нейронов от рецептора до мотонейрона и исполнительного органа. Но рефлекс не только образуется, но и угасает при изменении обстоятельств. Поэтому было сделано предположение, что угасание реакции организма на данную конфигурацию раздражителей обусловлено воздействием на образовавшуюся ранее рефлекторную цепочку некоего «торможения», обусловленного новыми обстоятельствами. Павлов понимал, что эта схема носит характер гипотезы и не имеет экспериментального обоснования, поэтому называл положение дел с возбуждением и торможением «проклятым вопросом физиологии».

Однако эта не подтверждённая гипотеза под влиянием авторитета имени Павлова была возведена его последователями в ранг одной из аксиом учения о мозговой деятельности, хотя никогда не была подтверждена экспериментально. Никто никогда не наблюдал у нейронов входов, поступление сигналов на которые приводило бы не к возбуждению нейрона, а его угнетению.

Со времён Павлова мало что изменилось в понимании механизма торможения рефлексов. Остаётся непонятой сама логика процесса торможения. Если логика образования рефлекса вполне понятна глобально (на уровне психологии) и на микроуровне (на уровне образования связи между двумя нейронами) и остаётся непонятой на среднем логическом уровне (почему связь образуется именно между этими нейронами), то логика функционирования торможения понятна только на глобальном уровне, на уровне всей НС. Остаётся совершенно непонятным, каким именно образом некая рефлекторная цепочка (дуга) определяет условия своего торможения, и что происходит на уровне отдельного нейрона, чтобы включающая его рефлекторная дуга затормозилась.

Предлагаемая нами модель функционирования мозга позволяет дать детализированные ответы на все эти вопросы, в том числе, как образуются рефлекс, как они «тормозятся», как происходит забывание. Модель излагается в терминах электронных схем и реализована в виде работающей электронной схемы. Если эта модель правильно отображает логику процессов функционирования мозга, то она позволит понять в деталях и все физиологические процессы, обеспечивающие функционирование НС. Предложен эксперимент, позволяющий подтвердить или отвергнуть соответствие электронной модели реальным биологическим НС.

Суть предлагаемой модели состоит в том, что связи между нейронами, образующими рефлекторную цепочку, образуются между двумя одновременно возбуждёнными нейронами благодаря разности потенциалов между выходом и входом двух соприкасающихся возбуждённых нейронов. Разность потенциалов между выходом одного нейрона и входом другого может не только приводить к образованию новой связи, но и существенно влияет на путь прохождения сигнала благодаря тому, что первый же возбуждённый нейрон отрицательным потенциалом компенсирует возбуждённый его положительный потенциал на выходе предыдущего нейрона. И, тем самым, препятствует возбуждению других нейронов, получающих те же самые сигналы, но не успевшие возбудиться. Первыми же возбуждаются те нейроны, входы которых имеют наибольшие веса, то есть нейроны с новыми недавно образовавшимися связями. Веса новых связей наибольшие потому, что веса всех связей со временем уменьшаются – происходит забывание. Поэтому нейроны цепочки старого рефлекса проигрывают конкуренцию нейронам цепочки новой реакции с более сильными связями. Этот проигрыш глобально выглядит как угнетение старого рефлекса, тогда как, на самом деле, происходит выход на передний план нового рефлекса в результате выигрыша локальной конкуренции между двумя нейронами в начале цепочек старого и нового рефлексов.

Само же появление нового рефлекса происходит вследствие усталости (повышения порога возбуждения) при многократном возбуждении старой цепочки из-за нерезультативности старого рефлекса, не приводящего к отклонению от раздражителя при изменении обстоятельств. По существу, механизм

образования новых связей между разно-потенциальными входами и выходами возбуждённых нейронов, уставание нейронов и угасание связей со временем (забывание) и обеспечивают всё богатство процессов в нервных системах организмов.

### ОБУЧЕНИЕ И ПЕРЕУЧИВАНИЕ

**Шумилов В.Н.<sup>1</sup>, Сыряжкин В.И.<sup>1</sup>, Шумилов И.В.<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г.Томск, Россия; <sup>2</sup>  
«Materialise Ukraine», г. Киев, Украина, E-mail: [vnshumilov@rambler.ru](mailto:vnshumilov@rambler.ru)

Если мы внимательно рассмотрим феномен забывания, то придём к выводу, что забывание не только отрицательное явление, но и необходимое условие для выживания организма в постоянно меняющихся условиях.

Уменьшение со временем весов связей между нейронами обеспечивает не только непосредственно забывание, но, совместно с уставанием активных элементов (нейронов) при их частом возбуждении и частичной нейтрализацией возбуждающего потенциала активного элемента из предыдущего каскада обеспечивает также способность организма к переучиванию, к изменению поведения организма в изменяющихся условиях.

Изменение реакции мозга или самообучающегося устройства управления (СУУ) происходит вследствие изменения пути следования сигнала. По какой причине может произойти это изменение? Это изменение может произойти при образовании новой связи – нового возможного пути для сигнала. Причём этот путь должен быть предпочтительнее старого – через старую связь. По какой причине этот новый путь может быть предпочтительнее старого? Просто из-за уменьшения со временем веса каждой существующей связи (забывания) вес новой связи больше, чем вес старой. По причине большего веса активный элемент с новой связью впоследствии (после образования новой связи) возбудится несколько раньше активного элемента со старой входной связью, вес которой за время её существования несколько уменьшился. Мы уже говорили, что при возбуждении активного элемента он выдаёт на свой вход потенциал обратного знака и компенсирует, подавляет входной сигнал. И таким образом, препятствует возбуждению других активных элементов, на которые поступает возбуждающий сигнал с того же самого выхода, но которые не успели возбудиться. Так что первый возбудившийся нейрон (активный элемент) при предлагаемом нами механизме функционирования мозга автоматически обеспечивает реализацию правила «Первый получает всё». Причём за счёт совершенно локального механизма, не нуждаясь ни в каком глобальном сравнении и принятии решения неким механизмом на основе удалённого сравнения каких-то величин. И даже без какого бы то ни было логического усилия с нашей стороны, со стороны, предлагающей локальный механизм образования связей между активными элементами мозга и СУУ, что следует отнести к успеху нашего подхода, поскольку был получен результат, первоначально не предусматриваемый.

Получается, что обеспечение прохождения сигнала по новому пути обеспечивается двумя факторами:

А) первый возбудившийся нейрон препятствует возбуждению других нейронов за счёт компенсации (подавления) входного сигнала.

Б) первым возбуждается нейрон с более новой, более весомой связью, что обеспечивается ослаблением связи со временем (забыванием).

Происходит это потому, что суммарный потенциал на входе нейрона из-за инерционности всех процессов устанавливается не мгновенно, а в зависимости от уровня сигналов на входах-связях и веса-проводимости этих связей, а также от электрической ёмкости входа (или её эквивалента). Успевшие возбудиться нейроны потенциалом противоположного знака на своём входе частично нейтрализуют потенциал на выходе предыдущего нейрона, который связан и с входом старой, и с входом новой рефлекторной цепочки. Так что, нейрон в начале новой рефлекторной цепочки, быстро возбудившись, препятствует возбуждению нейрона в начале старой рефлекторной цепочки. Поэтому старая цепочка уже не сможет возбудиться, поскольку этому возбуждению будет препятствовать новый рефлекс, цепочка которого возбудится раньше других. И произойдёт это в результате конкуренции (кто первый?) за возбуждающий сигнал нейронов со связями, имеющими разный вес. То есть, за счёт забывания, уменьшения со временем веса связей и выигрыша конкурентной борьбы нейронов за возбуждающий сигнал автоматически обеспечивается возможность «переучивания» – изменения поведения организма при изменении обстоятельств. Диапазон переучивания – от изменения простейших реакций, скажем, при движении организма по неоднородному пути с новыми выбоинами до смены мировоззрения человека.

Уменьшение веса связи подразумевается нами, как уменьшение со временем электрической проводимости связи между активными элементами. Если проводимость связи (входа) со временем уменьшается (увеличивается ее сопротивление), причём без влияния каких бы то ни было внешних воздействий, то возбуждение нейрона через эту связь становится все более затруднительным. По этой причине вспоминать старое всегда труднее, чем новое.

Мы говорили: «Если образуется новая связь». Как может образоваться новая связь? Ведь раньше уже была какая-то связь, обеспечивающая реализацию старого рефлекса. И возбуждение активных элементов в старой рефлекторной цепочке, как будто не давало шансов возбудиться другим активным элементам вне цепочки старого рефлекса.

Дело в том, что при изменении обстоятельств старая реакция не приводит к успеху – к уклонению от раздражителя. Поэтому раздражитель постоянно действует и активизирует цепочку старой реакции (старого рефлекса). Будучи часто возбуждаемыми, активные элементы не успевают восстановиться, «устают» – повышаются пороги возбуждения активных элементов. За счёт этого уставания появляются шансы возбуждения других активных элементов рядом с цепочкой старого рефлекса. Что и происходит, и образуется новая связь с максимальным весом (с максимальной проводимостью).

## ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ КАРТ ОРИЕНТАЦИОННОЙ СЕЛЕКТИВНОСТИ ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЫ КОШКИ ПРИ ОПТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ ПО ВНУТРЕННЕМУ СИГНАЛУ И НЕПРЕРЫВНОЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ

Шумихина С.И., Бондарь И.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; [shumikhs3@yahoo.com](mailto:shumikhs3@yahoo.com)

Нейроны зрительной коры обладают ориентационной избирательностью. Оптическое картирование по внутреннему сигналу позволяет регистрировать карты ориентационной селективности, отражающие активность больших популяций нейронов. Экспериментальные манипуляции требуют оценки стабильности карт во времени для выявления статистической значимости эффектов таких манипуляций при сравнении контрольных и экспериментальных условий.

В этой работе, мы проводили оптическое картирование по внутреннему сигналу зрительной коры анестезированных взрослых кошек. Применялась монокулярная стимуляция прямоугольными решётками, двигающимися по часовой стрелке и непрерывно меняющими свои ориентацию и направление движения (метод Калатского и Страйкера (Kalatsky and Stryker, 2003)). Результаты накапливались в течение 15 циклов стимуляции. Каждый цикл (60 сек) включал все ориентации. Регистрация повторялась несколько раз. Для получения карт ориентационной избирательности, на временном сигнале проводился анализ Фурье. Фазные и амплитудные карты второй гармоники ассоциировались с ориентационными компонентами (т.е. предпочитаемой ориентации и силы сигнала). Производилась высокочастотная и низкочастотная фильтрация карт для концентрации на вызванными стимулом ответах.

Анализ проводился на областях интереса (ОИ), не включающих больших сосудов. Степень сходства карт анализировалось на основе сравнения пикселей. Все пиксели в тех же ОИ были разделены на 16 бинов, представляющих 16 ориентаций с шагом 11.25 град. Оценка изменений в каждом последовательном изображении одного и того же эксперимента производилась путём сравнения с первой зарегистрированной картой для тех же пикселей, что и для первой карты. Не было выявлено сдвигов в предпочитаемой ориентации, превышающих 11.25 град. В среднем, ориентации пикселей могли сдвигаться на ~5 град, как было выявлено путём аппроксимации кривых ориентационной настройки с помощью функции фон Мизеса.

Полученные результаты показывают, что ориентационные карты, регистрируемые в течение нескольких часов, обладают значительной стабильностью, хотя и показывают некоторый уровень вариабельности. Эта вариабельность должна учитываться при анализе эффектов экспериментальных манипуляций.

## EVALUATION OF STABILITY OF ORIENTATION SELECTIVITY MAPS OF THE CAT VISUAL CORTEX DURING OPTICAL IMAGING AND CONTINUOUS VISUAL STIMULATION

Shumikhina S.I., Bondar I.V.

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [shumikhs3@yahoo.com](mailto:shumikhs3@yahoo.com)

Orientation selectivity is an emergent feature of visual cortical neurons. Optical imaging of visual cortex allows getting maps of orientation selectivity reflecting activity of big ensembles of neurons. Experimental manipulations require evaluation of cortical maps stability over time to estimate statistical significance of the effects of such manipulations by comparison of control and experimental conditions.

Here, we performed optical imaging recordings on the visual cortex of anesthetized adult cats. Monocular stimulation with moving clockwise square-wave gratings that changed continuously their orientation and direction was employed (method of Kalatsky and Stryker, 2003). Results were accumulated during 15 cycles of stimulation. Each cycle (60 sec) included all orientations. Recordings were repeated several times. Fourier decomposition was performed on the temporal signal to obtain orientation maps. The phase and magnitude maps of the second harmonic were associated with orientation components (i.e. preferred orientation and strength). The images were high-pass and low-pass filtered to concentrate on stimulus-driven responses.

Calculations were performed on a region of interest (ROI) chosen to not include big vessels. The degree of similarity between maps was measured on the pixel-by-pixel basis. All pixels in the same ROIs used for comparison were divided into 16 bins representing 16 orientations with a step of 11.25 deg. Measurements of changes in each consecutive image of the same experiment were compared relative to the first acquired map at the same pixels as in the first map. It was observed that shifts in orientation preference never exceeded 11.25 deg. On average, pixel orientations could shift on some orientations by about 5 deg as was shown by fitting orientation tuning curves with the von Mises function.

Our results show that orientation maps acquired during several hours are rather stable though they show some degree of variability. This variability should be taken into account when impact of experimental manipulations is estimated.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КАРБОМИЛИРОВАННОГО ДАРБЭПОЭТИНА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ТРАНЗИТОРНОЙ ТОТАЛЬНОЙ ИШЕМИИ У КРЫС

Щелчкова Н.А.<sup>1,2</sup>, Лапшин Р.Д.<sup>1</sup>, Белоусова И.И.<sup>1,2</sup>, Осе И.В.<sup>3</sup>, Калинин М.А.<sup>3</sup>, Мухина И.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО Нижегородская государственная медицинская академия Минздрава России, Нижний Новгород, Россия, <sup>2</sup>ФГАОУ ВО Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия, <sup>3</sup>ООО «Фармапарк» Москва, Россия, [n.shchelchkova@mail.ru](mailto:n.shchelchkova@mail.ru)

Несмотря на возросший интерес к негемопоэтическим производным эритропоэтина, как потенциальным лекарственным препаратам, малоизученными остаются его дифференциальные механизмы действия на состояние нервной системы при острых нарушениях мозгового кровообращения.

Целью работы являлось изучение эффективности карбомилированного дарбэпоэтина при моделировании транзиторной тотальной ишемии у крыс.

Материалы и методы: Транзиторная тотальная ишемия с реперфузией моделировалась на аутбредных крысах-самцах Wistar (n=42) путем двухсторонней окклюзии/реперфузии сонных артерий крыс. Препарат «Карбомилированный дарбэпоэтин (CdEPO)» (ООО«Фармапарк», Россия) в дозе 50\* мкг/кг вводили экспериментальной группе внутривенно через 1, 3, 6, 12 и 24 ч после операции, контрольная группа животных после ишемии с реперфузией получала 0,9% раствор NaCl в том же режиме. Функциональное состояние нервной системы оценивали по выраженности неврологического дефицита (Neurological Severity Scores – NSS), поведенческим реакциям в тесте «Открытое поле» (ОП) и тесте «Условная реакция пассивного избегания» (УРПИ). Через 10 дней в ткани головного мозга и крови животных определяли содержание глюкозы, лактата, пирувата, малонового диальдегида (МДА) и нейротрофического фактора мозга (BDNF). Статистический анализ проводили с использованием пакета программ Statistica 10.0.

Результаты: Транзиторная тотальная ишемия с реперфузией вызвала развитие неврологического дефицита, нарушение двигательной и ориентировочно-исследовательской активности, а также увеличила содержание лактата, пирувата и МДА, что свидетельствует о гипоксии тканей и активации свободнорадикальных процессов, и снизила экспрессию BDNF, но не влияла на способность к обучению у крыс. Курсовое введение CdEPO увеличило выживаемость животных до 100%, не влияя на неврологический дефицит, однако оказало нейропротекторное действие на ЦНС по показателям ориентировочно-исследовательской активности и эмоционального статуса крыс в тесте «Открытое поле». Введение CdEPO не влияло на содержание субстратов гликолиза в ткани головного мозга, однако достоверно снижало уровень вторичных продуктов ПОЛ (МДА), что свидетельствует о нормализации окислительно-восстановительных процессов в мозге. Курсовое введение CdEPO увеличило содержание BDNF в плазме крови животных, обладающего нейрозащитными свойствами. Таким образом, препарат CdEPO обладает восстановительным и нейропротективным потенциалом при курсовом часовом применении после транзиторной тотальной ишемии с реперфузией.

#### **THE EFFECTIVENESS OF CARBAMYLATED DARBEPOETIN IN RAT MODEL OF TRANSIENT GLOBAL CEREBRAL ISCHEMIA**

**Shchelchkova N.A.<sup>1,2</sup>, Lapshin R.D.<sup>1</sup>, Belousova I.I.<sup>1,2</sup>, Ose I.V.<sup>3</sup>, Kalinkina M.A.<sup>3</sup>, Mukhina I.V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State Medical Academy, Nizhny Novgorod, Russia, <sup>2</sup>Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia, <sup>3</sup>PHARMAPARK LLC, Moscow, Russia, n.shchelchkova@mail.ru

Despite the increased interest to non hematopoietic derivatives of eritropoetin as potential drugs it is poorly understood how they can alter the disturbances after acute lesion in brain cerebral circulation.

The aim of our study was to determine the effect of carbamylated darbepoetin (CdEPO) as an agonist of  $\beta$ sR subunit (CD131) of complex dimer EPO- $\beta$ sR on the nervous system condition.

Materials and Methods. To induce transient forebrain ischemia with reperfusion the occlusion of both common carotid arteries was used in outbred Wistar rats (n=42). Rats were injected intravenously (50 mkg/kg) with «Carbamylated darbepoetin (CdEPO)» (PHARMAPARK LLC, Russian Federation) 1,3,6,12 and 24 h following ischemia with reperfusion. The functional state of nervous system was assessed in the neurological severity score (NSS) and open field test. The blood and brain tissue glucose, lactate, pyruvate, malondialdehyde (MDA) was assessed at 10 days after injury. Statistical analysis was performed using Statistica 10.0 software.

Results. Transient forebrain ischemia with reperfusion induced neurological deficits and behavioral disturbances in rats, increased lactate, pyruvate and malondialdehyde which indicate about increased tissue hypoxia and free radical processes, but it was no influence on learning capacity. CdEPO administration improved animal survival to 100% after transient forebrain ischemia. There was no influence on neurological deficit but neuroprotective properties of CdEPO administration were founded in Open Field Test. Substrates of glycolysis determination in brain tissue revealed no differences between the groups. CdEPO administration decreased secondary lipid oxidation products (MDA) level which indicates about normalization of redox processes in brain tissues. CdEPO administration increased BDNF serum levels, which is known as an important mediator of neuroplasticity.

Taken together, our findings suggest that CdEPO has neuroprotective properties and confirm its high efficacy during postischemic period which recommend it for further preclinical and clinical trials.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ МЮ-РИТМА ЭЭГ И ЕГО СВЯЗЕЙ С ПСИХОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ У ДЕТЕЙ 4-14 ЛЕТ**

**Эйсмонт Е.В., Махин С.А., Павленко В.Б.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Россия; evgenija.eismont@mail.ru

Целью исследования стало изучение мю-ритма и особенностей его модуляции в ситуациях, предположительно связанных с повышенной активностью системы «зеркальных» нейронов (СЗН), а также установление связей модуляций мю-ритма с психологическими показателями, у детей 4-14 лет. Были изучены характеристики мю-ритма у 38 здоровых детей в условиях зрительной фиксации (ЗФ) на видеоизображении, а также особенности реакции десинхронизации данного ритма в задачах на самостоятельное выполнение, наблюдение, имитацию и слуховое восприятие круговых движений (СД, НД, ИД, СлВД, соответственно) с использованием компьютерной мыши. Регистрация ЭЭГ производилась с помощью энцефалографа «Нейрон спектр – 3». Рассчитывали средние значения амплитуды и частоты амплитудного пика ЭЭГ в диапазоне мю-ритма (8-13 Гц) в отведениях С3, С4 и Cz. Также у детей оценивали интеллект (текста Векслера, WISC), внимание (корректурная проба Бурдона-Анфимова, тест «go/no-go») и эмоциональное состояние (методика «Дом-Дерево-Человек» в адаптации Р.Ф. Беляускайте).

Был обнаружен связанный с возрастом рост частоты мю-ритма в локусах C3 и Cz. В ситуации СД значимое падение амплитуды мю-ритма наблюдалось в локусах C3 (на 26.7%) и Cz, (на 10.3%), а в ситуации НД – в локусе Cz (на 9.9%). Наличие десинхронизации данного ритма, как при самостоятельных движениях детей, так и при наблюдении ими за аналогичными движениями другого человека свидетельствует о развитых механизмах сопряжения наблюдения и исполнения действия у детей в возрасте от четырех до 14 лет. В ситуации ИД десинхронизация мю-ритма обнаружена в локусах C3 (на 27.4%) и Cz (на 15.3%). Дополнительное значимое падение амплитуды мю-ритма в локусе Cz в ситуации ИД по сравнению с СД может быть связано с наличием в ситуации подражания движениям взрослого социального или игрового контекста. Величина снижения амплитуды мю-ритма в изученных условиях от возраста не зависела.

Значения десинхронизации мю-ритма имели следующие связи с психологическими показателями. Чем больше снижалась амплитуда мю-ритма в ситуации ИД, тем были ниже «коэффициент успешности», определяемый по корректурной пробе (Cz,  $r = -0,53$ ,  $p = 0,036$ ), уровень вербального интеллекта (Cz,  $r = -0,34$ ,  $p = 0,037$ ) и тем большее число ошибок наблюдалось при выполнении теста «go/no-go» (Cz,  $r = 0,54$ ,  $p = 0,001$ ). При этом большее снижение амплитуды мю-ритма при ИД было связано с меньшими значениями по шкалам «недоверие к себе» (Cz,  $r = -0,56$ ,  $p = 0,002$ ) и «фрустрация» (Cz,  $r = -0,39$ ,  $p = 0,043$ ). Чем больше снижалась амплитуда мю-ритма при слуховом восприятии движений экспериментатора, тем меньше была «точность внимания» (Cz,  $r = -0,48$ ,  $p = 0,015$ ).

### THE STUDY OF THE EEG MU-RHYTHM AND ITS CORRELATES WITH PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS IN CHILDREN AGED 4-14 YEARS

Eismont E.V., Makhin S.A., Pavlenko V.B.

Federal State Autonomous Institution of Higher Education

"V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Simferopol, Russia; evgenija.eismont@mail.ru

The goal of our research was to study the properties of the mu-rhythm and its modulations under conditions hypothetically related to an increased activation of the "mirror" neuron system (MNS), as well as the analysis of possible correlations between the mu-rhythm modulations and psychological characteristics in children aged 4-14 years. There have been analyzed the mu-rhythm indices in 38 healthy children under condition of the visual fixation (VF) on the still video-image of a computer mouse, as well as its desynchronization reaction characteristics during the tasks on the self-controlled performing, imitation, observation and auditory recognition of the hand circular movements (SPM, IM, OM, ARM, respectively) with a computer mouse. The EEG was recorded on the "Neuron spektr – 3" encephalograph. There were calculated the means of the EEG amplitude and amplitude peak frequency within the mu-rhythm frequency range of 8 to 13 Hz in loci C3, C4 and Cz. The children also underwent the assessment of their IQ (Wechsler Intelligence Scale for Children, WISC), attention (Burdon-Anfimov proofread-test, go/no-go test), and emotional state (House-Tree-Person test adaptation by R.F. Belyauskaite, HTPT).

There was observed the age-related increment in the mu-rhythm's amplitude peak frequency in loci C<sub>3</sub> and Cz. Under the SPM condition, the significant decrease of the mu-rhythm amplitude was found in loci C<sub>3</sub> (26.7%) and Cz (10.3%); under the OM condition – in locus Cz only (9.9%). The effects of the μ-rhythm desynchronization during both self-paced and observed movements might be an evidence of the well developed neural matching mechanisms underlying the processes of performing and observing similar actions in children aged 4 to 14 years. Under the IM condition, the mu-rhythm desynchronization reaction was significant, similarly to the SPM condition, in loci C<sub>3</sub> (27.4%) and Cz (15.3%). It is hypothesized, that the statistically significant increment (from SPM to IM) in the mu-rhythm depression in locus Cz is likely to be an effect of a social gaming context common for the situations of imitating adults by children. The mu-rhythm desynchronization indices under the studied conditions didn't depend on the children's age.

The correlations of the mu-rhythm desynchronization reaction indices with the psychological testing scores were as follows. The mu-rhythm depression value in Cz under the IM condition correlated negatively with the proofread-test "success coefficient" ( $r = -0,53$ ,  $p = 0,036$ ), verbal intelligence (WISC) ( $r = -0,34$ ,  $p = 0,037$ ), "self-distrust" (HTPT) ( $r = -0,56$ ,  $p = 0,002$ ), and "frustration" (HTPT) ( $r = -0,39$ ,  $p = 0,043$ ), and positively – with the go/no-go test error rate ( $r = 0,54$ ,  $p = 0,001$ ). Under the ARM condition, the mu-rhythm depression index in Cz correlated negatively with the "attention accuracy" ( $r = -0,48$ ,  $p = 0,015$ ).

### ГАММА ОСЦИЛЛЯЦИИ В ГИППОКАМПЕ КРЫСЫ *IN VITRO*

Юзекаева Э.Р., Насретдинов А.Р., Мухтаров М.Р.

OpenLab Нейробиологии, Институт фундаментальной медицины и биологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия; elvirajuzekaeva@gmail.com

**Введение.** Исследование клеточных механизмов генерации и распространения специфических паттернов сетевой нейрональной активности, таких как гамма осцилляции в гиппокампальной структуре, представляет особый интерес. Для изучения клеточных механизмов, лежащих в основе гамма активности *in vivo*, были введены модели гамма осцилляций *in vitro*, вызываемые агонистами рецепторов ацетилхолина или глутамата, включая каинат. **Цель исследования.** Изучить гамма осцилляции, вызываемые каинатом в срезах гиппокампа крысы *in vitro*. **Материалы и методы.** Эксперименты проводили на *in vitro* препаратах срезов головного мозга крыс обоих полов возраста P15 – P31. Внеклеточная регистрация сетевой активности клеток в СА3 области гиппокампа крысы осуществлялась с помощью 16-канального иридиевого электрода на кремниевой основе (NeuroNexus Technologies, США). Для исследования каинат индуцируемых гамма осцилляций *in vitro* в срезах гиппокампа использовалась экспериментальная камера двух модификаций: а) стандартная камера для электрофизиологических исследований RC-27LD (Warner Instruments, США); и б) модифицированная камера с оптимизированной подачей физиологического раствора, созданная в лаборатории в процессе выполнения работы. Обработка полученных данных



осуществлялась в среде машинного анализа MATLAB (MathWorks, США) с помощью процедур, написанных в лаборатории. *Результаты.* Мы показали, что гамма осцилляции, регистрируемые в модифицированной камере, обладали более высокой частотой (33 Гц), тогда как частота осцилляций в стандартной камере оказалась ближе к бета диапазону частот (26 Гц). Кроме того, в модифицированной камере осцилляции вызывались меньшей концентрацией кайната (50 нмоль) и наблюдались в течение всего времени присутствия агониста в физиологическом растворе. Гамма осцилляции такой же мощности в стандартной камере вызывались только на короткое время (1-2 мин), несмотря на присутствие кайната (300 нмоль) в растворе. Также мы установили, что блокирование ГАМК(A) рецепторов специфическим блокатором габазином полностью подавляло гамма осцилляции, вызываемые кайнатом, а также вызывало эпилептиформную активность в срезах гиппокампа крысы. *Выводы.* Полученные данные свидетельствуют о том, что модифицированная камера для электрофизиологических исследований на срезах мозга может с успехом использоваться для исследования физиологической роли гамма осцилляций на клеточно-молекулярном уровне в условиях *in vitro*.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-04-01457.*

### **GAMMA OSCILLATIONS IN THE RAT HIPPOCAMPUS IN VITRO**

**E.R. Juzekaeva, A.R. Nasretdinov, M.R. Mukhtarov**

OpenLab Neurobiology, Institute of Fundamental Medicine and Biology (Volga region) Federal University, Kazan, Russia; elvirajuzekaeva@gmail.com

*Introduction.* The study of cellular mechanisms of the generation and spreading specific patterns of neuronal network activity such as gamma oscillations in hippocampal structure is an interesting and important task. The *in vitro* models of the gamma oscillations induced by the agonists of acetylcholine or glutamate receptors including kainate have been introduced to study the cellular mechanisms underlying gamma activity *in vivo*. *Aim.* The study of gamma oscillations induced by kainate in slices of the rat hippocampus *in vitro*. *Materials and methods.* Experiments were carried out on the *in vitro* brain slices of the rats in both sexes aged P15 – P31. Extracellular recording of the network activity in CA3 rat hippocampus was done using the 16-channel silicon probe (NeuroNexus Technologies, USA). To investigate the kainate-induced gamma oscillations *in vitro* in hippocampal slices we used an experimental chamber in two versions: a) standard electrophysiological chamber RC-27LD (Warner Instruments, USA); and b) custom-made modified chamber with optimized supply of ACSF. Data analysis was done in MATLAB (MathWorks, USA) using custom-written routines. *Results.* We have shown that gamma oscillations recorded in the modified chamber has a higher frequency (33 Hz), while the frequency of the oscillations in a standard chamber was closer to the beta frequency (26 Hz). Furthermore, oscillations in the modified chamber induced by 50 nM kainate and were stable in the presence of agonist in ACSF. In a standard chamber the gamma oscillations of the same power caused by 300 nM kainate and were transient for only 1-2 min of duration. We have also found that the blocking of the GABA(A) receptors by specific blocker gabazine completely suppressed gamma oscillations induced by kainate and caused epileptiform activity in the rat hippocampal slices. *Conclusion.* These data indicate that the modified chamber for electrophysiological investigations at brain slices can be successfully used for studying the physiological role of the gamma oscillations *in vitro*.

*This work was supported by the RFBR grant №14-04-01457.*

### **КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА ВО ВРЕМЯ НОЧНОГО СНА**

**Юматов Е.А.<sup>1,2</sup>, Перцов С.С.<sup>1</sup>, Дудник Е.Н.<sup>2</sup>, Глазачев О.С.<sup>2</sup>, Крамм М.Н.<sup>3</sup>, Стрелков Н.О.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина, РАН, Москва; <sup>2</sup>Первый Московский Государственный Университет им. И.М. Сеченова, Москва; <sup>3</sup>Национальный исследовательский университет (МЭИ), Москва, Россия. [eyumatov@mail.ru](mailto:eyumatov@mail.ru)

В многочисленных исследованиях была установлена взаимосвязь между эмоциональным напряжением, характерологическим статусом личности, циклом «сон-бодрствование», «качеством» ночного сна и его фазовой структурой. Выявлены индивидуальные особенности фазовой структуры сна, связанные с предрасположенностью к различным заболеваниям: невротическим, сердечно-сосудистым, желудочно-кишечным и пр. Характерно, что предвестники указанных невротических заболеваний проявляются во время ночного сна (Вейн А.М., Гехт К., 1989; Левин Я.И., 2001).

Сон является неоднородным и сложно организованным процессом, которому присущи цикличность и значительные индивидуальные вариации. Фазы сна характеризуются различными физиологическими проявлениями и отличаются: вариабельностью сердечного ритма, величиной артериального давления, частотой дыхания и сердечных сокращений, изменением температуры тела, гормональными реакциями.

В настоящее время исследование сна проводится в стационарных, клинических условиях. Для предотвращения выраженных сердечно-сосудистых нарушений, приводящих к мозговому инсульту, инфаркту миокарда и внезапной смерти, необходимы комплексные исследования эмоционального напряжения и жизненно важных физиологических функций человека во время естественного повседневного сна.

Для объективного анализа эмоционального напряжения и сна в реальных повседневных условиях нами разработана методология, позволяющая производить контроль фазовой структуры сна, сердечно-сосудистых функций и дыхания (Юматов Е.А. с соавт., 2014, 2015).

Информационная система выполняет регистрацию электроэнцефалограммы (ЭЭГ), электроокулограммы (ЭОГ), частоты дыхания (ЧД), электрокардиограммы (ЭКГ). Осуществляет: анализ синфазных, противофазных и некоррелирующих ритмов ЭЭГ и ЭОГ; кросскорреляционный анализ сердечного ритма и частоты дыхания; пробуждение в фиксированное время и в индивидуально выбранную



оптимальную для психофизиологического состояния фазу сна; прерывание затянувшейся опасной для жизни фазы сна; отображает и анализирует все результаты на персональном компьютере.

Информационная система представляет собой портативное микропроцессорное устройство и оригинальное программное обеспечение.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 16-06-00810 а: "Психофизиологическое исследование корреляции эмоционального напряжения и структуры естественного ночного сна у студентов с различной успеваемостью".*

### **COMPLEX CONTROL OF EMOTIONAL STRESS AND PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF MAN DURING THE NIGHT**

**Yumatov E.A.<sup>1,2</sup>, Pertsov S.S.<sup>1</sup>, Dudnik E.N.<sup>2</sup>, Glazachev O.S.<sup>2</sup>, Kramm M.N.<sup>3</sup>, Strelkov N.O.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow. <sup>2</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow. <sup>3</sup>National Research University "MEI", Moscow, Russian Federation. [eyumatov@mail.ru](mailto:eyumatov@mail.ru)

Many studies found an association between emotional stress, characterological status of the individual, the cycle "sleep-wake", "quality" of a night's sleep and its phase structure. The basic somnological methodology, which is extensively used in the present time, focuses only on clinical practice. However, this approach is not appropriate for monitoring of physiological functions during natural sleep under home conditions.

Our work was designed to develop a new information-and-equipment device for the reliable study of emotional stress and of human physiological functions during sleep in the real everyday life.

The information complex is a new portable microprocessor device and original software, which is constructed on the basis of PC and provides a control of emotional stress and of vital physiological functions during sleep in the real everyday life.

We developed a new methodology for the objective comprehensive study of sleep under real day-to-day conditions. This approach allows us to identify the phase structure of sleep and to control cardiovascular functions and breathing on the basis of a cross-correlation analysis of the heart rate and respiratory rate (that reflects the degree of emotional strain). The information system for control of sleep under living conditions is composed from interrelated units, which perform the following functions: registration, identification, and analysis of the phase structure of sleep; wake-up of a subject in a certain time during the pre-determined optimal phase of sleep (as regards the psychophysiological state of this subject); and interruption of a long-lasting hazardous phase of sleep. Due to a complex analysis of physiological functions, the information system provides monitoring of sleep under real living conditions and interruption of hazardous phases of sleep that can be accompanied by serious cardiovascular disorders (*i.e.*, leading to cerebral stroke, myocardial infarction, and sudden death).

### **МЕДИТАТИВНАЯ ТЕХНИКА КАК МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ВНИМАНИЯ**

**Янина А.С.**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия;  
E-mail: [AnastastasiaSYa@yandex.ru](mailto:AnastastasiaSYa@yandex.ru)

Наиболее совершенным аппаратом приспособления человека к изменяющимся условиям среды является психика, однако, в то же время это и наиболее ранимый аппарат. Именно утомление нервной системы приводит к снижению результативности деятельности, в результате падения свойств внимания. Психологические тренировки активно изучаются, но, несмотря на возросший интерес в изучении медитативных техник, механизм медитации и ее физиологические составляющие остаются малоизученными.

В исследовании приняли участие 10 добровольцев, мужчины и женщины в возрасте 25-45 лет, ранее не практикующие медитативные техники. Оценивались свойства внимания до и после медитации, при наличии и без отвлекающего фактора, с помощью компьютерного комплекса для психофизиологического тестирования НС-Психотест (ООО «Компания Нейрософт», Россия, г. Иваново) методикой «таблицы Шульте».

В ходе проведенного исследования выявлено положительное влияние медитативной техники у впервые практикующих на показатель концентрации внимания, как без отвлекающих факторов, так и при их наличии. Показатели психической устойчивости и степени вработываемости также значительно улучшались после применения медитативной техники, если присутствовал отвлекающий фактор.

### **STUDY ON THE EFFECT OF MEDITATIVE TECHNIQUES ON THE PROPERTIES OF ATTENTION**

**Yanina A.S.**

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia; E-mail: [AnastastasiaSYa@yandex.ru](mailto:AnastastasiaSYa@yandex.ru)

Humans psyche is good device that helps person to adapt to changing conditions of social environment, but at the same time it is also the most sensitive apparatus. That fatigue nervous system leads to reduction of activity performance, a fall properties of attention. Despite the increased interest to the study of meditative techniques, mechanism of meditation and its physiological components remain poorly understood.

The study involved 10 volunteers, men and women aged 25-45 years, previously not practicing meditation techniques. Group was surveyed using method «tables Schulte» using computer complex psychophysiological testing HC-the psychological test ("Neurosoft", Russia, Ivanovo) alone, alone with distraction, after meditation.

Conclusion. Meditative techniques has a positive effect on properties concentration. Meditation techniques help to improve attention concentration. Also, there is a positive impact of meditation practices on mental stability and degree of involvement against the background of distractions.

## **НЕИНВАЗИВНОЕ КАРТИРОВАНИЕ МИЕЛИНИЗАЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ИССЛЕДОВАНИЯХ ДЕМЬЕЛИНИЗИРУЮЩИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И РАЗВИТИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Ярных В.Л.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Университет Вашингтона, Сизтл, США; <sup>2</sup>Томский Государственный Университет, Томск, Россия; yarynkh@u.washington.edu

Миелин является одним из основных биохимических компонентов центральной нервной системы и составляет около 50% сухого веса белого вещества головного мозга, а также присутствует в различных количествах в корковом и подкорковом сером веществе. Ввиду принципиальной роли миелина для функционирования нервных волокон и осуществления проводимости нервных импульсов, его повреждение и потеря являются важными патогенетическими факторами при ряде социально-значимых неврологических заболеваний, включая рассеянный склероз, ишемический инсульт и черепно-мозговую травму. Миелинизация также является критическим фактором пост-натального развития мозга, который, согласно современным гипотезам, обеспечивает последующее развитие когнитивных функций и может отвечать за формирование ряда функциональных нарушений у детей и взрослых. Возможность прижизненного неинвазивного картирования миелинизации мозга появилась только недавно благодаря разработке специального количественного метода магнитно-резонансной томографии (МРТ) – картирования макромолекулярной протонной фракции (МПФ). МПФ является фундаментальным биофизическим параметром определяющим эффект кросс-релаксации (переноса намагниченности) между протонами воды и биологических макромолекул в тканях. В исследованиях, проведенных нашей и другими научными группами было показано, что МПФ является чувствительным и специфичным биомаркером миелина как в белом, так и в сером веществе головного мозга. С использованием картирования МПФ при рассеянном склерозе недавно была доказана принципиальная роль демиелинизации серого вещества в прогрессировании симптомов и развитии инвалидности. При легкой черепно-мозговой травме (сотрясении мозга) было показано, что в визуальном нормальном белом и сером веществе происходит микроскопическая демиелинизация, которая может быть идентифицирована только на основе количественного анализа карт МПФ. В недавних исследованиях нашей лаборатории была продемонстрирована уникальная возможность картирования МПФ для количественного изучения динамики региональной миелинизации белого и серого вещества головного мозга детей. В докладе рассматриваются физические принципы и техническая реализация картирования МПФ, алгоритмы для реконструкции карт МПФ, клинические результаты, полученные с помощью картирования МПФ головного мозга, а также опыт применения метода в доклинических исследованиях на лабораторных животных.

## **NON-INVASIVE MAPPING OF BRAIN MYELINATION IN STUDIES OF DEMYELINATING DISEASES AND DEVELOPMENT OF THE CENTRAL NEURAL SYSTEM**

**Yarynkh V.L.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>University of Washington, Seattle, USA; <sup>2</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russia; yarynkh@u.washington.edu

Myelin is one of main biochemical components of the central nervous system where it comprises about 50% of white matter by dry weight and is also present in variable content in cortical and subcortical gray matter. In view of the critical role of myelin for neural fiber functioning and conduction of neural impulses, its damage and loss are principal pathogenetic factors in a number of neurological diseases of high social impact including multiple sclerosis, ischemic stroke, and traumatic brain injury. Myelination is also a critical factor of post-natal brain development that, according to modern hypotheses, enables subsequent cognitive development and may be responsible for a number of functional abnormalities in children and adults. The possibility of non-invasive mapping of brain myelination in vivo emerged only recently due to the development of a special quantitative magnetic resonance imaging (MRI) method called macromolecular proton fraction (MPF) mapping. MPF is a fundamental biophysical parameter determining cross-relaxation (magnetization transfer) between protons of water and biological macromolecules in tissues. In the studies by our and other research groups, it has been demonstrated that MPF provides a sensitive and specific biomarker of myelin in both white and gray matter. With the use of MPF mapping in multiple sclerosis, it has been established that gray matter demyelination plays a primary role for the symptom progression and development of disability. In mild traumatic brain injury (concussion), it has been shown that normal-appearing white and gray matter is subjected to microscopic demyelination, which can be detected only by quantitative analysis of MPF maps. The recent research by our laboratory has demonstrated a unique capability of MPF mapping to quantitatively study the dynamics of regional myelination of white and gray matter in children's brains. The lecture provides an overview of physical principles and technical implementation of MPF mapping, algorithms for MPF map reconstruction, clinical results obtained using MPF mapping of the brain, as well as an experience in applications of this method in preclinical laboratory animal studies.

## **ВОССТАНАВЛИВАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ НОРАДРЕНАЛИНА НА НЕЙРОГЕННУЮ ВАЗОРЕАКТИВНОСТЬ, СНИЖЕННУЮ ОКСИДОМ АЗОТА**

**Ярцев В.Н.**

ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, yartsev@infran.ru

Нейрогенный тонус сосудов, с помощью которого в значительной степени осуществляется центральная регуляция кровообращения, может существенно изменяться под действием гормонов и иных факторов, обеспечивающих местный контроль кровотока. Ранее в опытах на хвостовой артерии крысы нами впервые было показано, что норадреналин (НА) способен восстанавливать нейрогенную вазоконстрикцию, сниженную ацидозом. Так как вазодилаторное действие ацидоза связано, в частности, с выделением оксида азота эндотелием, то мы предположили, что НА сможет восстановить нейрогенную вазоконстрикцию, сниженную оксидом азота. С целью проверки этого предположения мы провели данное

исследование. Опыты проводили на изолированных сегментах хвостовой артерии крыс. Нейрогенный тонус сосудистого сегмента моделировали путем периодической стимуляции периваскулярных нервов этого сегмента электрическим полем каждые 3 мин с частотой 3, 10 и 40 Гц (30 импульсов) до и на фоне действия НА в концентрации, которую кумулятивно увеличивали с 0.03 до 10 мкМ. Было поставлено две серии экспериментов, одна из которых служила контролем, в то время как во второй за 30 мин до введения НА добавляли донор NO – нитропруссид натрия (10 мкМ). Было обнаружено, что NO вызывал значительное уменьшение реакции на НА и электростимуляцию (ЭС) периваскулярных нервов, однако при высокой частоте ЭС (10-40 Гц) на фоне высокой концентрации НА (0.5-1.0 мкМ) уменьшения реакции на ЭС не наблюдалось. На фоне NO потенцирующее действие НА в низкой концентрации (0.03-0.1 мкМ) на нейрогенный тонус при частоте ЭС 3 Гц меньше, а при частоте 10-40 Гц такое же, как в контроле. Потенцирующее действие НА в высокой концентрации (0.5-1.0 мкМ) на нейрогенный тонус при частоте ЭС 3 Гц почти такое же, а при частоте 10-40 Гц достоверно больше, чем в контроле. При наличии NO потенцирующее действие НА в концентрации 0.03-0.5 мкМ достоверно больше для высоких частот ЭС (10-40 Гц), чем для низких (3 Гц), в то время как в контроле это действие практически одинаково для всех частот. Изменение потенцирующего действия НА на нейрогенную вазоконстрикцию при частотах ЭС 3-40 Гц по характеру и величине на фоне NO и ацидоза было аналогичным. Мы полагаем, что обнаруженное нами в условиях наличия NO увеличение потенцирующего действия НА на нейрогенную констрикцию хвостовой артерии крысы при более высоких частотах ЭС и более высокой концентрации НА может иметь значение для перераспределения кровотока в пользу более жизненно-важных органов при интенсивной мышечной работе, которая, как известно, сопровождается увеличением ацидоз-зависимой и/или ацидоз-независимой продукции NO, высокой частотой импульсации в симпатических нервах и повышенной концентрацией НА.

#### **NORADRENALINE-EVOKED RESTORATION OF THE NEUROGENIC VASOREACTIVITY DIMINISHED BY NITRIC OXIDE**

**Yartsev V.N.**

Pavlov Institute of Physiology, Russian Acad. Sci., St. Petersburg, Russia, yartsev@infran.ru

Neurogenic tone of the blood vessels, which can be regarded as one of the most important means of the central regulation of the circulation, depends significantly on the hormones and other factors of the local control of blood flow. We have previously shown for the first time that noradrenaline (NA) is able to restore neurogenic contraction of the isolated segments of the rat tail artery diminished by acidosis. Since acidosis-induced vasodilatation at least in part results from the effect of endothelium-derived nitric oxide (NO), we hypothesized that NA might restore neurogenic vasoconstriction diminished by NO. The aim of this work was to check our hypothesis. The experiments were carried out on the isolated segments of the rat tail artery. Neurogenic contraction of the vessel segment was evoked by periodic electrical field stimulation (conducted at a frequency of 3, 10, and 40 Hz with a 3 min interval) of perivascular nerves in the vessel segment before and after addition of NA in cumulative concentration (from 0.03  $\mu$ M to 10  $\mu$ M). One of the two series of experiments served as a control while in the second series, sodium nitroprusside (10  $\mu$ M) used as NO donor was applied 30 min before addition of NA. NO was shown to decrease considerably the artery reaction to NA and electrical field stimulation (EFS) which was not the case at high frequency of EFS (10-40 Hz) delivered at high NA concentration (0.5-1.0  $\mu$ M). In the presence of NO, NA-evoked potentiation of the neurogenic tone produced by 3 Hz EFS at low NA concentration (0.03-0.1  $\mu$ M) was smaller than in control, while at 10-40 Hz it was equal to that in the control. NA-evoked potentiation of the neurogenic tone produced by 3 Hz EFS at high NA concentration (0.5-1.0  $\mu$ M) was almost equal to that in the control, while at 10-40 Hz it was significantly larger than in control. In the presence of NO, NA-evoked potentiation of the neurogenic tone produced by high frequency EFS (10-40 Hz) was significantly larger than produced by 3 Hz EFS, while in control the potentiation was almost the same at all frequencies. Change in the profile and degree of the NA-evoked potentiation of the neurogenic vasoconstriction produced by EFS at frequencies of 3-40 Hz in the presence of NO was identical to that for acidosis. We believe that the increased NA-evoked potentiation of the neurogenic constriction of the rat tail artery shown in our experiments in the presence of NO at higher EFS frequencies and NA concentrations may be of importance for the blood flow redistribution in favor of vital organs at strenuous exercise which is known to be accompanied by increased acidosis-dependent and/or acidosis-independent NO production, high-frequency sympathetic nerve activity, and high level of NA.

#### **ДИНАМИКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИОКАРДА В ХОДЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК 14-17 ЛЕТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ**

**Ярыгина Н.А.<sup>1,2</sup>, Поскотинова Л.В.<sup>1</sup>, Соснина Е.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии природных адаптаций УРО РАН; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Северный медицинский клинический центр имени Н.А. Семашко ФМБА», г. Архангельск, Россия; [yardar@mail.ru](mailto:yardar@mail.ru)

Цель исследования: определить характер изменений биоэлектрической активности миокарда у мальчиков и девочек 14-17 лет с синдромом вегетативной дистонии (СВД) в ходе нагрузочной пробы (НП) на велоэргометре и в конце восстановительного периода (ВП) в зависимости от типа организации электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Было обследовано 89 подростков (38 мальчиков, 51 девочка) с верифицированными диагнозами в рамках СВД (коды F45.3, F 45.30 по МКБ-10), средний возраст 15,8 $\pm$ 1,2 лет – I группа и 28 практически здоровых подростков (14 мальчиков и 14 девочек), средний возраст 15,9 $\pm$ 1,0 лет – II группа. Критериями исключения явились черепно-мозговые травмы в анамнезе, нарушения неврологического статуса, органические поражения сердца и сосудов, эндокринные нарушения, задержка полового и психического развития. Этапы исследования включали в себя запись ЭЭГ, нагрузочную пробу на велоэргометре по протоколу ступенчатого, непрерывно-возрастающего теста с мониторингом

12 общепринятых отведений электрокардиограммы (ЭКГ), с записью исходной ЭКГ, на 1-й минуте отдыха и в конце ВП в положении сидя (Аронов Д.М., 2003 г.). Установлено, что у подростков с СВД с дезорганизованным типом ЭЭГ и с пароксизмальными ЭЭГ – феноменами наблюдается более стойкое увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС), укорочение ЭКГ-интервалов PQ и QT на 1-й минуте отдыха и в конце ВП в сравнении с лицами с организованным типом ЭЭГ. Выявлены половые различия реактивности биоэлектрической активности миокарда в условиях физической нагрузки в зависимости от типов организации ЭЭГ. У девочек с СВД с пароксизмальными ЭЭГ феноменами на 1-й минуте отдыха и в конце ВП отмечается наиболее выраженное укорочение PQ и QT ЭКГ-интервалов относительно исходных значений. Возможно, это связано с высокой степенью активации диэнцефальных структур, ответственных за созревание репродуктивной системы женского организма в подростковый период. У мальчиков с диффузными изменениями ЭЭГ в конце ВП также значимо выражено укорочение PQ интервала в конце ВП. Таким образом, подростки с маргинальными типами ЭЭГ имеют более высокий риск развития нарушений ритма сердца и гемодинамики в процессе физической активности.

#### **DYNAMICS OF BIOELECTRICAL MYOCARDIUM ACTIVITY DURING AN EXERCISE STRESS IN BOYS AND GIRLS 14-17 YEARS OLD WITH DIFFERENT TYPES OF ORGANISATION OF THE ELECTROENCEPHALOGRAM**

**Yarygina N.A.<sup>1,2</sup>, Poskotinova L.V.<sup>1</sup>, Sosnina E.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>The Institute of Environmental Physiology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences; <sup>2</sup>The Northern Medical Clinical Center named after N.A. Semashko FMBA, Arkhangelsk, Russia; [yardar@mail.ru](mailto:yardar@mail.ru)

The purpose of research is to determine the nature of changes of bioelectrical myocardium activity during the stress test on a bicycle ergometer and at the end of the recovery period in boys and girls 14-17 years old with autonomic dysfunction syndrome (ADS) with different types of organization of the electroencephalogram (EEG). Sample was divided on two groups: I group (n=89, 38 boys, 51 girls), average age  $15,8 \pm 1,2$  years – patients with ADS (codes F45.3, F45.30 to ICD-10), II group – the control (n=28, 14 boys, 14 girls) which consisted of healthy persons, average age  $15,9 \pm 1,0$  years. The exclusion criteria were the following: traumatic brain injuries in the anamnesis, disorders of neurological status, organic lesions of the heart and blood vessels, endocrine disorders, retardation of morphofunctional, sexual and mental development. Stages of the study included the EEG recording, stress test on a bicycle ergometer according with a continuous increasing protocol with 12-lead electrocardiogram (ECG) monitoring, also, recording of the initial ECG, ECG in the first minute of the recreation and in the end of the recovery period in a sitting position (Aronov D.M., 2003). A statistically significant increase in heart rate, shortening of the PQ and QT intervals on the first minute of the recreation and at the end of the recovery period activity were observed in adolescents with ADS, which had the diffuse changes in the brain activity and the paroxysmal EEG phenomena compared with persons with the normal type of EEG organization. Gender differences in reactivity of bioelectric activity of the myocardium in the conditions an exercise stress were revealed, which depended on the type of organization of the EEG. The most significant shortening of the PQ and QT intervals of the ECG were observed in girls with ADS with paroxysmal EEG phenomena in the first minute of the recreation and at the end of the recovery period relative to the initial values. Perhaps this is due to the high degree of activation diencephalic structures responsible for the maturation of the female reproductive system during adolescence. Also, the most significant shortening of the PQ interval of the ECG were observed in boys with ADS with diffuse changes in the brain activity at the end of the recovery period. Thus, adolescents with marginal EEG types have a higher risk of developing cardiac rhythm disorders and hemodynamic during physical activity.

#### **МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭПИФИЗА БЕЛЫХ КРЫС В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРО – МАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ СОВРЕМЕННЫХ КОММУНИКАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ**

**Ященко С.Г., Рыбалко С.Ю.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Крымский Федеральный Университет имени В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия; [yswet.net@mail.ru](mailto:yswet.net@mail.ru)

Эпифиз участвует в запуске стрессорных реакций, ограничении их развития, предотвращает неблагоприятные последствия для организма. Доказано влияние на эпифиз электромагнитного излучения. Однако, морфологические изменения в эпифизе при воздействии электромагнитного излучения современных коммуникационных устройств изучены не достаточно. Под современными коммуникационными устройствами рассматриваются персональные компьютеры и мобильные телефоны, имеющие широкое распространение в повседневной жизни. В настоящее время происходит ежедневное воздействие электромагнитного излучения на население, включая локальное облучение мозга. Эти факты позволили нам поставить задачу данного исследования – изучение структуры эпифиза крыс при действии электромагнитных излучений персональных компьютеров и мобильных телефонов. Работа выполнена на 45 белых крысах – самцах линии Вистар, возрастом 4-5 недель и массой  $96 \pm 12$  г, разделенных на 2 экспериментальные и 1 контрольную группы по 15 животных в каждой. Длительность эксперимента составила 26 недель. Персональные компьютеры размещали перед клетками с экспериментальными животными фронтально, мобильные телефоны под центром клеток (с пластиковым дном). По окончании эксперимента животные были декапитированы после дачи эфирного наркоза с выделением эпифиза. Подготовка материала для исследования проводилась по стандартной методике. Проведенная трансмиссионная электронная микроскопия выявила признаки дегенерации темных и светлых пинеалоцитов. Эти признаки проявлялись в развитии комплекса общих и специфических морфологических изменений.

В экспериментальных группах, среди светлых пинеалоцитов обнаружена значительная часть клеток с признаками дегенерации с краевой конденсацией крупных глыбок гетерохроматина, везикулами с

флокулентным материалом и осмиофильными коллоидными частицами различных размеров. В большинстве светлых пинеалоцитах отмечается увеличение ядер в размерах, ретикулярное строение ядрышек. Выявлено появление признаков старения и истощения как светлых, так и темных пинеалоцитов. Эти признаки проявлялись в накоплении гранул липофусцина и электронноплотного "мозгового песка", исчезновении ядрышек, вакуолизации цитоплазмы и просветлении крист митохондрий.

### **MORPHOFUNCTIONAL CHANGES EPIPHYSIS WHITE RATS WITH CHRONIC OF ELECTROMAGNETIC EFFECTS OF MODERN COMMUNICATION DEVICES**

**Yashchenko S.G., Rybalko S.Y.**

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, Simferopol, Russian; yswet.net@mail.ru

Pineal participates in the launch of stress reactions, restriction of their development, to prevent adverse effects on the body. Proved impact on the epiphysis of electromagnetic radiation. However, morphological changes in the epiphysis at action of electromagnetic radiation when exposed to modern communication devices is not sufficiently studied. Personal computers and mobile phones are considered as modern communication devices, and widely used in everyday life. This data, there is daily exposure to electromagnetic radiation in the population, including local irradiation of the brain. These data allow us to pose the problem of this research – the study of the structure of rat's pineal gland under the influence of electromagnetic radiation from personal computers and mobile phones.

We have studied the structure of the rats pineal gland after chronic influence of electromagnetic radiation of personal computers and mobile phones. Work carried out on 45 white rats – Wistar male, aged 4-5 weeks and weighing  $96 \pm 12$  g, were divided into two, one experimental and one control group of 15 animals each. The experiment lasted 26 weeks. Personal computers were placed in front of the cells and experimental animals frontally, mobile phones under the center of the cell (with a plastic bottom). At the end of the experiment the animals were decapitated after the administration of ether anesthesia to release the pineal gland. Preparation of material for the study was conducted according to standard procedures. Signs of degeneration of dark and light pinealocytes by ware revealed transmission electronic microscopy. These signs manifested in the development of a set of general and specific morphological changes. In the experimental groups, including light pinealocytes was found a significant proportion of cells with signs of degeneration from the edge of large clumps of heterochromatin condensation, vesicles with flokulentnym osmiophil material and colloidal particles of different sizes. In most light pinealocytes there is an increase in the size of the nucleolus and the reticular structure of the nucleoli.

Appearance of aging and depletion signs of both light and dark pinealocytes was revealed. These symptoms are manifested in the accumulation of lipofuscin granules and elektronno dense "brain sand", the disappearance of the nucleolus, cytoplasm vacuolization and mitochondrial cristae enlightenment.

### **МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПИЛОТНЫЙ ПРОЕКТ ПО РЕАБИЛИТАЦИИ И СОЦИАЛИЗАЦИИ ДЕТЕЙ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ**

**Сафоничева О.Г., Сафоничева М.А.**

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия,  
[safonicheva.o@mail.ru](mailto:safonicheva.o@mail.ru)

Разработка инновационных междисциплинарных программ для изучения механизмов развития интеллектуальных нарушений у воспитанников специальных коррекционных школ-интернатов (СКОШИ). коррекции психофизических расстройств и улучшения их адаптации к современному обществу является актуальной медико-социальной проблемой.

**Материалы и методы:** обследованы 85 воспитанников СКОШИ №81 г. Москвы 1-7 классов (в возрасте от 7 до 14 лет) с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) - снижением познавательной деятельности, гиперактивностью и дефицитом внимания в рамках диагнозов F-70, F-71 по МКБ-10. Клиническое неврологическое, нейропсихологическое и нейрофизиологическое исследование проведено для оценки мозгового кровотока, биоэлектрической активности мозга и межполушарных взаимодействий. Цветовое дуплексное сканирование на ультразвуковом сканере Sono Scape - 1000 проведено с целью выявления гемодинамически значимых извитостей позвоночных и сонных артерий, оказывающих влияние на церебральный метаболизм.

**Результаты исследования и обсуждение:** У 60% детей задержка интеллектуального развития связана с травматически-гипоксическими проблемами, возникшими в раннем детстве. Неврологическое исследование выявило патобиомеханические и мышечно-тонические изменения в краниовертебральном переходе, что приводило к развитию многоуровневых «туннельных» синдромов, нарушению кинетики фасций, краниальных мембран и вызывало затруднение гемодинамики. При ЭЭГ-исследовании выявлены признаки функциональной незрелости коры, диффузные изменения корковой ритмики; в 50% случаев отмечались проявления ослабления межполушарных взаимосвязей. По результатам цветового УЗДС выявлены патологические извитости экстракраниального отдела брахиоцефальных артерий, вызывающие церебральный ацидоз, гипоксию мозга и синдром «обкрадывания» когнитивной коры в пользу стволовых структур. По результатам исследования нами разработана методика медико-психологической реабилитации, включающей техники мягкотканевой полирецепторной коррекции и гимнастики, направленных на устранение «мышечных» туннелей, развитие пластичности и «эмоционально-когнитивного мозга». Курс лечения составил 8-10 процедур. Применялись также сказко-терапия, ритмика, спорт-терапия. **Заключение:** Комплексная реабилитация способствовала нормализации церебрального метаболизма и пластических процессов за счет восстановления кровоснабжения, кислородного обеспечения стволовых и корковых структур. Педагоги отметили улучшение психоэмоционального фона, концентрации внимания, усидчивости, памяти, когнитивных функций, а также повышение адаптации и социализации детей с ОВЗ.

**INTERDISCIPLINARY PILOT PROJECT FOR REHABILITATION AND SOCIALIZATION OF THE CHILDREN WITH MENTAL DISORDERS**

**Safonicheva O.G., Safonicheva M.A.**

"I.M. Sechenov First Moscow State Medical University", Moscow, Russian Federation, [safonicheva.o@mail.ru](mailto:safonicheva.o@mail.ru)

The development of up-to-date interdisciplinary programs for understanding mechanisms of mental and physical disorders in children in order to improve their adaptation to modern society is actual medical and social problem.

**Materials and methods:** 85 pupils of primary and secondary special correctional boarding-school (range 8 - 14 years) with impaired intellectual development, cognitive disorders, syndrome of hyperactivity and attention deficiency were examined. Neurological examination was conducted to identify the role of neuro-muscular neck "tunnel syndromes" and biomechanically significant biomarkers of the cervical spine that affected the cerebral blood flow. EEG-examination was carried out to assess the cortical areas responsive to the effects of stress factors and hemispheric interactions. The Neurological mapping (NM) method of visualization was used to study the level of cerebral metabolism. In the purpose of identification of hemodynamically significant the proximal extracranial parts of internal carotid and vertebral arteries tortuosity we used method of Color duplex scanning. The Program of the pilot project was approved by the Ethic Committee of Moscow State Medical University.

**Discussion:** In 60% of the children mental problems were connected with the vascular problems and brain hypoxia in their early childhood. Neuropsychological study revealed disorders in the cognitive, emotional and behavioral status. Vertebral examination revealed disturbances of muscular coordination and hypertension. Biomechanical changes were: rigidity in the shoulder girdle, shorten muscles of the neck and postural displacement. EEG analysis revealed signs of functional immaturity of the cerebral cortex and weakness of inter-hemispheric interactions in 50% of cases. The NM-method revealed different levels of cerebral acidosis as biomarker for brain hypoxia. The integrative scheme of rehabilitation was worked out for correction of musculoskeletal syndrome in the cranio-vertebral region, for improving the cerebral metabolism and brain plasticity. Special gymnastics for activation the "cognitive brain" as well as behavioral therapy were used. The course of rehabilitation included 8-10 procedures for every child.

**Conclusions.** Comprehensive rehabilitation of the children improved their clinical and emotional background, memory, cognitive functions and learning process. EEG and NM-visualization marked the tendency in recovery of inter-hemispheric connections, normalization of the bioelectrical activity in the brain, the improvement of cerebral metabolism. Scientifically-based practical experience as well as systematic approach improved creativity, physical and mental health of the children with mental disorders, improved their quality of education and socialization in the society.

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ AUTHOR'S INDEX

- Alexandrov A.V. 53  
Denise P. 205  
Frolov A.A. 53  
Gerasimenko Yu.P. 125  
Grechko N. 115  
Voronina T. 115  
Абакумова Л.В. 438  
Абасова Б.Р. 68, 69  
Аббасова К.Р. 178, 239  
Аббасова М.Т. 47  
Абдурасулова И.Н. 207  
Абдурахманова А.А. 108  
Абушов Б.М. 48, 69  
Авалиани Т.В. 49  
Авдюшенко С.А. 50  
Аветисян Э.А. 331  
Азарашвили Т.С. 228  
Азимова А.М. 69  
Айдаркин Е.К. 50, 240  
Акберова С.И. 269  
Акинина Ю.С. 374  
Акопян Н.Э. 51  
Аксенова Ю.В. 311  
Акулов А.Е. 52, 295, 404, 431, 459  
Албантова А.А. 90, 277  
Александров А.Ю. 53  
Александров Л.И. 221  
Александров Ю.И. 65, 173, 235, 371  
Александрова О.П. 380  
Александрович Д.С. 54, 387  
Алексеева О.М. 55  
Алексеев С.В. 466  
Алексеев Е.Ю. 52  
Алехина Т.А. 329, 340  
Аллахвердиев А.Р. 56, 144  
Аллахвердиева А.А. 56  
Алтухов Д. 309  
Алшынбекова Г. 406  
Алшынбекова Г.К. 57  
Аль-Курди О.Р. 434  
Амирова Л.Е. 336  
Ананьев А.Н. 58  
Андреева И.Г. 61, 82  
Андреева Л.А. 122, 241  
Андреева О.К. 60  
Анжина О.А. 436  
Антипов В.Н. 170, 304  
Антипов О.И. 169, 170  
Антипов О.И. 353  
Антипова Ж.В. 61  
Антонов С.М. 63  
Антонова Л.И. 63  
Антропова Л.К. 64  
Апанович В.В. 65  
Апраксина Н.К. 49  
Аракелян М.А. 66  
Арефьева А.В. 67  
Артемяева А.И. 251  
Артенян Н.А. 364  
Архипов В.И. 317  
Архипова О.А. 364  
Арцишевская Е.В. 188  
Асадуллаев А.А. 259  
Аскеров Ф.Б. 68, 69, 70  
Асланян Е.В. 70  
Астапова М.К. 282  
Аточин Д. 71  
Афанасьев С.Г. 411  
Ахметгалеева А.Ф. 72  
Ахутина Т.В. 374  
Бабаев А.А. 73, 322  
Бабаев Х.Ф. 472  
Бабина А.В. 74, 243  
Бабкина И.И. 75  
Бабурина Ю.Л. 228  
Багаутдинова Э.Г. 430  
Багирова Р.М. 76  
Баграташвили В.Н. 396  
Бадашкова О.В. 372  
Баженова А.Е. 77  
Баженова Д.А. 166  
Баженова Е.Ю. 237  
Базиян Б.Х. 145, 339, 394, 444  
Базовкина Д.В. 237  
Базян А.С. 78, 413, 414, 471  
Байгужин П.А. 460  
Баклашова О.Н. 304  
Балтин М.Э. 79, 416  
Балтина Т.В. 416  
Балябин А.В. 396  
Баранова К.А. 79  
Барбараш О.Л. 267, 391  
Бартенева Т.А. 464  
Бартош О.П. 80  
Бартош Т.П. 80  
Барышев М.Г. 464  
Баскаков И.С. 206  
Бауэр Е.В. 188  
Бахтин О.М. 81  
Бахтина А.В. 82  
Бахчина А.В. 83, 173  
Бачу А.Я. 422  
Башкатова Ю.В. 94  
Безденежных Б.Н. 65, 84  
Бейсетаев Р. 57, 406  
Бекшаев С.С. 334  
Белик И.В. 85, 180  
Белишева Н.К. 334  
Белкин В.Ш. 263  
Белов А.В. 352  
Белов Е.Н. 251  
Белова Е.В. 86, 112, 301, 315  
Белова О.А. 86  
Белова О.В. 232  
Белозерова Ю.Б. 281  
Белослудцева Н.В. 128, 278  
Белоусова И.И. 73, 477  
Береговой Н.А. 254, 375  
Бережнов А.В. 459  
Березовская Е.С. 87, 448, 471  
Берестин Д.К. 88, 119  
Берлов С.П. 249  
Бец Л.В. 339  
Бибов М.Ю. 240  
Бизяева А.С. 175  
Билалова Г.А. 89, 454, 455  
Бинюков В.И. 90, 272, 277  
Бирулина Ю.Г. 91, 210, 319  
Бирюкова Е.А. 453  
Блинов Е.О. 350  
Бобкова Н.В. 92  
Бобров П.Д. 93, 201  
Боброва Е.В. 61, 94, 345  
Богачева И.Н. 94, 345  
Бойко О.В. 296  
Бокиева С.Б. 182  
Болотских В.И. 403  
Болтаев А.В. 94  
Большаков М.А. 201  
Большакова О.И. 95, 341  
Большевидцева И.Л. 96, 155  
Бондарев В.Н. 97  
Бондарев Д.В. 97  
Бондарева В.М. 153  
Бондарко В.М. 98  
Бондарь Г.Г. 99  
Бондарь И.В. 477  
Борисенков М.Ф. 322  
Бородкин Г.С. 446  
Бохан Н.А. 271  
Бочавер К.А. 97  
Бочаров Ю.И. 359  
Боярко Е.Г. 412  
Брагина М.И. 464  
Брикунова С.С. 100  
Бринкен Н.О. 101  
Брошевицкая Н.Д. 311  
Брыков В.И. 102  
Буданова М.Н. 206  
Бузанакон Д.М. 153  
Бузуева И.И. 332  
Буканова Ю.В. 458  
Булава А.И. 103  
Булат О.В. 448, 471  
Буркова Я.О. 139  
Бурлакова Е.Б. 163  
Буров О.Н. 446  
Буров С.В. 251  
Бурунова В.В. 293

- Бурых Э.А. 104  
Буткевич И.П. 105, 282  
Бухараева Э.А. 425, 438  
Бушов Ю.В. 106  
Быкова У.И. 389  
Вайдо А.И. 312  
Вайсертрейгер А.С.-Р. 106  
Васильев А.Н. 341  
Васильева В.А. 107  
Васильева В.В. 108  
Васильева Н.Н. 109  
Васильков В.А. 110  
Вахрамеева О.А. 285  
Вашанов Г.А. 139  
Вежнина Н.О. 215  
Величковский Б.Б. 265  
Величковский Б.М. 412  
Веракса А.Н. 418  
Вербицкий Е.В. 110  
Вершинина Е.А. 282  
Вещицкий А.А. 111, 276  
Виноградова Т.В. 86, 112, 301, 315  
Вислобоков А.И. 308  
Витушев Е.Я. 293  
Вишневская Л.Л. 112  
Водохлебов И.Н. 359  
Войнов В.Б. 113  
Войтковская К.С. 293  
Волкова Е.С. 114  
Волкова К.В. 94  
Волковицкий В.В. 172, 346  
Вольф Н.В. 328  
Воробьев В.В. 92  
Воробьев И.А. 157  
Воробьева М.В. 62  
Воронина Т.Н. 116  
Воронина Т.А. 362  
Воронков Г.С. 117  
Воронова И.П. 118, 160  
Востриков В.М. 410  
Вохмина Ю.В. 119  
Врабие В.Г. 423, 424, 448  
Ву Тхи Лоан 384  
Вуду Л.Ф. 120, 247  
Выштакалюк А.Б. 121, 174  
Вьюнова Т.В. 122  
Габашвили А.Н. 293  
Габиров И.М. 333  
Габитова Д. М. 123  
Гавриленко Т.В. 419  
Гаврилин Е.В. 279  
Гаврилов В.В. 124, 257  
Гаврилов Г.Е. 412  
Гаврилова С.А. 241  
Гаврилова С.И. 191, 265, 266  
Гаджиев А.М. 47  
Гаджиева Б.Х. 472  
Газя Д.В. 94  
Гайнутдинова Р.Р. 454  
Гальперина Е.И. 274, 275  
Галяметдинова И.В. 121, 174  
Гараба М.И. 352  
Гареева Р.Р. 373  
Гафиятуллина Г.Ш. 438  
Гвоздева А.П. 61, 82  
Генрихс Е.Е. 196, 380  
Георги З.Б. 448  
Герасименко Ю.П. 136, 276  
Герасимова Ю.А. 125  
Гиниатуллин А.Р. 126  
Глазачев О.С. 480  
Глазачева В.Ю. 431  
Глижин А.Г. 423, 424, 448, 448  
Глухих Д.О. 222, 222  
Глушченко Т.С. 451  
Голибродо В. А. 316  
Головяхина А.В. 425  
Голощапов А.Н. 163  
Голубева Т.Б. 221  
Голяко И.А. 75  
Гончаренко М.С. 128  
Горбачева А.К. 127  
Горбачёва Л.Р. 75  
Горбачева О.С. 128  
Горбунов Д.В. 417  
Горбунов И.А. 275  
Гордон Р.Я. 317  
Горкин А.Г. 129, 371  
Горлова А.В. 130  
Городничев Р.М. 136  
Горчанинов О.Н. 186  
Горшкова О.П. 251  
Гребнева Н.Н. 131  
Греченко Т.Н. 132  
Гречко Н.В. 116  
Григорчук О.С. 409  
Григорьев И.В. 428  
Григорьев П.Е. 435  
Григорьян Г.А. 166  
Григорян Э.Н. 133  
Гринкевич Л.Н. 134, 135  
Гринченко Ю.В. 103  
Гришин А.А. 136  
Гришин А.П. 399  
Грудень М.А. 136  
Грушвицкий А.А. 101  
Губский И.Л. 137  
Губский И.Л. 138  
Губский И.Л. 255, 293  
Губский Л.В. 138, 137, 255, 293  
Гулидова Г.П. 139  
Гулина Е.М. 84  
Гуляева С.И. 139  
Гумаргалиева К.З. 182, 198  
Гумарова Л.Ф. 121  
Гурковский Б.В. 140, 287, 359  
Гурова О.А. 141  
Гурьева Т.С. 157  
Гусакова С.В. 91, 210, 319  
Гусач Ю.И. 99  
Гусева Н.Л. 142  
Гущина А.С. 378  
Давлетьярова К.В. 143  
Давлидгильдеев Р.З. 367  
Давыдова С.С. 389  
Дадашев Ф.Г. 144  
Дадашева К.Г. 144  
Дадашева О.А. 157  
Дамьянович Е.В. 145, 339, 394, 444  
Даниелян И.А. 145  
Данилов А.Д. 146, 148  
Данилова М.В. 98  
Данилова Н.Н. 149  
Деев А.И. 206  
Дейнека Э.А. 149  
Дёмин Д.Б. 150, 230  
Денисова Е.А. 151  
Деркач К.В. 152, 153  
Дерябина И.Н. 96, 155  
Дерягина Л.Е. 154  
Джагинян А.В. 145  
Джикиелек М. 254  
Джимак С.С. 464  
Джос Ю.С. 155  
Дидиликэ И.М. 448  
Дидковский Н.А. 265, 266  
Дикопольская Н.Б. 89, 454, 455  
Димитриев Д.А. 156  
Дмитриева Е.М. 354  
Донцов А.Е. 157  
Дорджиева Д.Б. 157  
Доценко В.И. 158, 210  
Драгой О.В. 374  
Дробышевский А. 158  
Дуб В.М. 448, 448  
Дудник Е.Н. 480  
Дунина Н.Е. 159  
Дюжикова Н.А. 312, 363  
Дягилева Ю.О. 307  
Евдокимов С.А. 214  
Терещенко Е.П. 214  
Евин И.А. 160  
Евтушенко А.А. 160, 215  
Екимовский Г.А. 222, 222  
Елисеева Л.С. 118  
Еникеева Р.Ф. 161  
Епифанова Е.А. 73, 322  
Еремеев А.А. 416  
Ершов Н.И. 382  
Еселханова Г.А. 57, 406  
Есыров О.В. 288  
Еськов В.В. 419  
Еськов В.М. 162  
Ефимов О.И. 401  
Ефимова В.Л. 401  
Ещина И.М. 163  
Жакин А. 406  
Жакин А.Д. 57  
Жарова О.А. 152  
Жванский Д.С. 350, 373  
Жегалло А.В. 132  
Жигачева И.В. 90, 163  
Житарь Ю.Н. 423  
Жукова Г.В. 464



- Журавлев Б.В. 140, 164, 287, 359, 401, 470  
Журавлев Г.И. 165  
Журавлева З.Н. 165  
Завьялова В.В. 61, 412  
Заиков Г.Е. 272  
Зайцев А.В. 193  
Зайченко М.И. 166  
Зак П.П. 157, 167, 355  
Закиров М.М. 121  
Закирова А.З. 302  
Заколюкина Е.С. 168  
Тукмачева К.А. 168  
Сергеев В.Г. 168  
Залата О.А. 405  
Замощина Т.А. 168  
Захаров А.В. 169, 170, 353  
Захарова А.Н. 190  
Захарова Е.Т. 207  
Звёздочкина Н.В. 170  
Звягина Н.В. 171, 172  
Зеленова Е.А. 380  
Зеленский К.А. 172, 346, 377  
Зефилов А.Л. 289, 289  
Зимица И.В. 232  
Зинченко Ю.П. 162  
Зинькович М.С. 330  
Знаменская И.И. 173  
Зобов В.В. 121, 174  
Зозуля С.А. 175  
Зубарева О.Е. 176, 193  
Зубков Е.А. 130  
Зуева М.В. 177  
Зуева Н.Г. 50  
Зыбина А.М. 178, 239  
Ибрагимова С.А. 69  
Иванов О.Г. 172  
Иванов С.Н. 179  
Иванова В.Ю. 53, 106  
Иванова Д.Н. 179  
Иванова М.В. 374  
Иванова С.А. 354, 412  
Иванцова А.А. 85, 180  
Ивлев С.А. 99  
Ивлиева Н.П. 129, 371  
Идрисова Р.Ф. 72  
Измайлова А.Х. 180  
Иллариошкин С.Н. 378  
Ильиных А. 181  
Ильичева Н.В. 432  
Иноземцев А.Н. 130, 182, 198, 232  
Ионкина Е.Г. 183  
Исаев М.Р. 93, 184, 304  
Исаев Н.К. 196, 380  
Искра Е.В. 374  
Исламов Р.Р. 289  
Ишинова В.А. 185, 186, 187  
Кабардов М.К. 188  
Кабатова И.Н. 189  
Кабачкова А.В. 190  
Каверина М.Ю. 190  
Кадымова С.О. 69  
Казакова И.А. 94  
Казанова Г.В. 191, 265  
Казанцева А.В. 161  
Кайгородцев А.В. 364  
Каладзе Н.Н. 189, 192, 192, 279, 367  
Калашникова Н.М. 86, 112, 301, 315  
Калемениев С.В. 193  
Калинин А.Н. 466  
Калинкина М.А. 477  
Калихман Л. 263  
Каменская В.Г. 310  
Капелько В.И. 194  
Капилевич Л.В. 143, 195  
Капкаева М.Р. 196  
Карамян Г.Г. 145  
Карапетян Л.М. 51  
Карасева М.В. 197  
Карелин С.А. 363  
Карлова С.В. 157  
Карпенко М.Н. 198  
Карпова И.А. 195  
Карпухина О.В. 182, 198  
Карташов С.И. 61, 412  
Катаева Н.Г. 436  
Катаманова Е.В. 199  
Каштанова Т.В. 200, 437  
Керечанин Я.В. 201  
Керея А.В. 201  
Кижеватова Е.А. 159, 179, 202  
Килесса Г.В. 435  
Ким К.Х. 193  
Ким Ю.А. 55  
Кипенко А.В. 368  
Кириллова А.В. 203, 314  
Кирой В.Н. 70, 81, 245  
Кирсанов В.М. 460  
Кисель А.А. 204  
Китов В.В. 205, 399  
Клевцова А.Б. 337  
Рыжов Ю.В. 337  
Клецкий М.Е. 446  
Клименко В.М. 310  
Клименко Л.Л. 206  
Клюев Е.А. 396  
Клюева Н.Н. 86, 112, 207, 301, 315  
Клюшник Т.П. 175  
Книпенберг Н.В. 208  
Кобляков А.А. 160, 209  
Кобылянский Е.Д. 263, 449  
Ковалев И.В. 91, 210, 319  
Ковалева А.А. 210, 211, 212  
Квитчастый А.В. 211  
Ковалева Г.А. 364  
Кованова С.С. 345  
Кожевникова О.С. 392  
Кожемякина Р.В. 213, 340  
Кожица Г.В. 249, 365  
Кожушко Н.Ю. 214  
Козарук В.П. 274  
Козаченко А.И. 277  
Козина В.И. 215, 459  
Козлова Л.А. 64  
Козловская И.Б. 102, 172, 215, 302, 336, 346, 377, 399, 463  
Козырева Т.В. 118, 160, 215, 274  
Колос Е.А. 216  
Колосова Н.Г. 286, 335, 382, 392  
Колсанов А.В. 169  
Колчева Ю.А. 281  
Колчин А.В. 183  
Колыхалов И.В. 265, 266  
Комарова М.С. 217  
Комиссаров В.И. 217  
Кондратенко Р.В. 196  
Кондрашина Д.А. 121  
Конкина С.А. 467  
Коновалова Е. 378  
Коношенко М.Ю. 213  
Константинов К.В. 49, 218, 252, 281  
Копаладзе Р.А. 219, 220  
Кореньюк И.И. 439  
Коржевский Д.Э. 216, 450  
Корлэтеану А.Н. 471  
Корнеев И.В. 186  
Корнеева Е.В. 221  
Корнилова Л.Н. 222, 222  
Коробейникова Е.П. 330, 464  
Коробейникова М.О. 128  
Корова Е.Л. 251  
Коровина Е.С. 169, 353  
Коростышевская А.М. 223, 332  
Коротков С.М. 359  
Коршаков А.В. 93, 224  
Коршунов В.А. 225  
Корытов О.В. 225  
Корытова Л.И. 225  
Корьяк Ю.А. 227  
Косицын Н.С. 254  
Коскин С.А. 285  
Костанян А.Л. 145  
Костына З.А. 415  
Котельникова А.В. 398  
Кофман И.С. 399  
Кохан В.С. 471  
Кошельская Е.В. 195  
Крабис А.В. 374  
Крадинова Е.А. 291  
Крамм М.Н. 480  
Кременцова А.В. 55  
Креслов А.И. 279  
Крестина М.С. 459  
Крестинин Р.Р. 228  
Крестинина О.В. 228  
Кривандин А.В. 55  
Кривой И.И. 229, 341  
Криволай А.Г. 331  
Кривоногова Е.В. 150, 230, 327  
Кривопапов С.А. 231  
Крицкая Д.В. 198

- Кропотов Ю.Д. 214, 393  
Крутенкова Е.П. 431  
Крутицкий К.Г. 187  
Кручинина О.В. 274, 275  
Крылова Е.Н. 183  
Крынский С.А. 265, 266  
Крюков В.М. 403  
Крючкова А.В. 232  
Кубатиев А. А. 220  
Кудаева И.В. 233  
Кудрин В.С. 471  
Кузина Е.А. 234, 235, 371  
Кузнецов А.П. 364  
Кузнецова Л.А. 153  
Кузнецова Ю.И. 318  
Кузьмина Т.И. 236  
Кулёва А.Ю. 190  
Кулешова Е.П. 125  
Кулик Н.М. 108  
Куликов А.В. 237  
Куликов А.В. 237  
Куликов В.Ю. 64  
Куликов Ю.В. 428  
Куликова А.А. 153  
Куликова С.П. 238  
Куличенкова К.Н. 178, 239  
Кульчицкий А.Е. 102  
Кундупьян О.Л. 240  
Кундупьян Ю.Л. 240  
Купцова С.В. 374  
Курбатов С.В. 446  
Куренкова А.Д. 241, 408  
Курская О.В. 242  
Курьянова Е.В. 242  
Кутенков О.П. 201  
Кухарева И.Н. 391  
Куцулаб А.М. 423, 448  
Кэрэуш Я.В. 96, 155  
Лаврентьева В.В. 193  
Лавриненко В.А. 74, 243  
Лавров И.Н. 244  
Лазуренко Д.М. 245  
Лактионова О.И. 245  
Лакуста В.Н. 120, 246, 247  
Лалаева Г.С. 190  
Лаптева Н.М. 149  
Лапшин Р.Д. 477  
Ларичев А.В. 167  
Лебедев Ю.А. 454  
Лебедева А.В. 322  
Лебедева И.С. 363  
Левашов О.В. 248, 249  
Левик Ю.С. 249, 433  
Левина А.С. 312  
Лелюк В.Г. 137  
Лемешко К.А. 250  
Ленцман М.В. 251, 251  
Леонова М.К. 218, 252  
Леорда А.И. 422  
Лесова Е.М. 420  
Лильп И.Г. 316  
Липатникова М.А. 400  
Липина Т.В. 253, 254, 332, 339, 355, 397  
Лисовин А.В. 446  
Лобзин С.В. 299  
Логонова Л.В. 354  
Логонова Н.А. 232, 254, 257  
Логунова Т.А. 137, 255  
Ложков А.А. 152  
Лопатина Е.В. 368  
Лосева Е.В. 256, 257  
Луканидина Т.А. 232  
Лукина С.А. 395  
Лукомская Н.Я. 193  
Лукьянова Н.А. 143  
Лысенко А.В. 258  
Лысенко Д.С. 259  
Лысенко Л.В. 260, 273, 331  
Лысова Н.Ю. 399  
Любашина О.А. 356  
Лямин О.И. 261  
Ляховецкий В.А. 345  
Маврикиди Ф.И. 262  
Магазаник Л.Г. 193  
Магжанов Р.В. 72, 430  
Мазилина А.Н. 206  
Макаренко И.Г. 263  
Макеева А.В. 403  
Максимов А.Л. 454  
Максимов А.М. 263  
Максимов В.Ф. 332  
Максимова Н.А. 434  
Максимова К.Ю. 286, 335  
Максудов М.Ю. 265  
Максудова Е.А. 265  
Малашенкова И.К. 191, 265, 266  
Малева О.В. 267  
Мальшев А.С. 305  
Мальцев Д.С. 285  
Мамалыга М.Л. 268  
Мамедова З.Э. 85  
Маркель А.Л. 213  
Маркина Я.В. 255  
Маркитантова Ю.В. 133, 269  
Марков А.Г. 270  
Мартинез А. 254  
Масс А.М. 271  
Мастерова Е.И. 271  
Масютина О.Н. 139  
Матвеева М.И. 471  
Матиенко Л.И. 272  
Матухно А.Е. 260, 273  
Маурер А.М. 449  
Махин С.А. 478  
Мащенко Н.М. 464  
Медведева Е.В. 195  
Мейта Е.С. 274  
Меклер А.А. 274, 275  
Мельников П.А. 293  
Мельникова А.В. 327  
Мержанова Г.Х. 125, 166  
Меркульева Н.С. 111, 276  
Мехбалиева Е.Дж. 277  
Микаелян Р.Н. 331  
Милёхина О.Н. 298  
Милицкова А.Д. 79  
Миль Е.М. 90, 272, 277  
Милохина И.В. 352  
Миниханова Е.Р. 400  
Минлебаев М.Г. 361  
Миняева Н.Р. 81  
Миронова Г.Д. 128, 278  
Миронюк И.С. 453  
Мирошник И.М. 279, 280  
Мирошников Д.Б. 281  
Митякова О.Н. 185  
Михайленко В.А. 105, 282  
Михайлова А.А. 307  
Михайлова Л.А. 283  
Михальчич И.О. 159, 284  
Моисеенко Г.А. 285  
Молчатский Н.С. 119  
Морозов П.Г. 446  
Москвина С.Н. 232  
Мосолова Л.А. 272  
Мошкова Е.Д. 192  
Мошонкина Т.Р. 136  
Муравьева М.С. 396  
Муралёва Н.А. 286, 335, 382  
Мурина М.А. 286  
Муртазина Е.П. 164  
Муртазина Е.П. 287, 401, 470  
Муслиенко П.Е. 111, 276  
Мусс А.С. 274, 275  
Мухамеджанов Э.К. 288, 289  
Мухамедшина Я.О. 289  
Мухамедьяров М.А. 289, 289  
Мухин В.Н. 207, 310  
Мухина И.В. 396, 477  
Мухтаров М.Р. 361, 479  
Мысин И.Е. 291  
Мышкин И.Ю. 379  
Мясникова Е.А. 242  
Мясоедов Н.Ф. 122  
Наваховская Л.Ю. 186  
Нагаева Е.И. 314  
Наглер Л.Г. 277  
Нагорнова Ж.В. 214  
Назаров Н.Г. 121  
Назаров Н.Г. 174  
Назарова Е.В. 291  
Наймушина А.Г. 292  
Наместникова А.С. 431  
Наместникова Д.Д. 137, 138, 293  
Насретдинов А.А. 294, 383, 384  
Насретдинов А.Р. 479  
Наумов И.А. 222, 222  
Наумова А.В. 295  
Нго Тхань Нам 384  
Невидимова Т.И. 271  
Нестерова Л.А. 296  
Нестерова М.А. 297  
Нехорошкова А.Н. 96  
Нечаев Д.И. 298, 388

- Никитина Е.А. 298  
Никифорова А.Б. 215  
Никишина О.А. 299  
Никогосова А.К. 137  
Николаев Г.М. 415  
Николаев М.В. 217  
Никольская К.А. 300  
Никольский Е.Е. 425  
Никонова Е.А. 350  
Никульчева Н.Г. 207  
Никульчева Н.Г. 301, 315  
Новикова Е.С. 465  
Новикова Ю.П. 133  
Ноздрачев А.Д. 338  
Носарев А.В. 210  
Носикова И.Н. 302, 377  
Нугманова Ш.М. 57  
Нугуманова Ш. 406  
Нур М.М. 63  
Нурбаева Д.Ж. 303  
Нуруллин Л.Ф. 407, 438  
Обламская И.С. 198  
Овсянкина М.А. 327  
Овчинникова Л.И. 304  
Оганесян В.В. 93, 184, 304  
Огурцов Д.П. 191  
Огурцов Д.П. 265, 266  
Одинокова И.В. 228  
Окуневич И.В. 86, 112, 315  
Олейчик И.В. 175  
Ольшанский А.С. 378  
Омельченко В.П. 159, 179, 202, 284  
Опенков М.Ю. 305, 306  
Орехова Л.С. 307  
Орлов В.А. 412  
Орлов В.А. 61  
Орлов В.И. 308, 309  
Орлов И.В. 338  
Орлов С.Н. 210  
Осадчий А.Е. 309  
Осе И.В. 477  
Осинцева А.А. 64  
Осипов А.Н. 137  
Островский М.А. 167  
Отман И.Н. 175  
Отмахов В.И. 436  
Павленко В.Б. 307, 478  
Павлов Д.А. 130  
Павлов К.И. 310  
Павлов К.С. 332, 339, 397  
Павлова И.В. 311  
Павлова М.Б. 312  
Павловская М.А. 312  
Падерин Н.М. 322  
Палихова Т.А. 313  
Паломино В. 254  
Панахова Х.Г. 70  
Панев А.С. 322  
Панов Н.В. 254, 257  
Панова С.А. 203, 314  
Пантелеев С.С. 356  
Пантина Е.Е. 157  
Парфенов А.А. 121  
Парфёнова Н.С. 86, 112, 301, 315  
Пельменев В.К. 97  
Пеннийнен В.А. 368  
Перез Д.И. 254  
Перельмутер В.М. 411  
Перепелкина О.В. 316  
Перцов С.С. 480  
Першина Е. В. 317  
Пестерева Н.С. 198  
Петкевич А.И. 318  
Петров А.М. 126  
Петрова Е.С. 319, 450  
Петрова И.В. 91, 210, 319  
Петрович Д.Л. 468  
Петровский Д.В. 52  
Петросян А.А. 331  
Петухов С.В. 320  
Петухова Е.О. 289  
Петухова Е.С. 320  
Плетнева Е.В. 390  
Плеханова Л.Н. 321  
Плигина А.М. 149  
Плотников М.Б. 204  
Плюснина И.Ф. 213  
Поворинский А.А. 185  
Погодина Л.С. 157, 355  
Подзорова М.В. 461  
Покудина И.О. 446  
Полетаева И.И. 316, 415  
Полещук В.В. 444  
Полугрудов А.С. 322  
Помелов Р.С. 377  
Пономарев В.А. 101, 214, 393  
Пономарева Е.В. 265, 266  
Пономарева Н.В. 322  
Пономаренко Ю.Н. 192  
Попов В.А. 323  
Попов В.В. 324, 388  
Попов О.С. 53  
Попов С.В. 322  
Попова Е.А. 124  
Попова Н.К. 237  
Попова О.П. 196  
Порошенко А.Б. 325  
Порсева В.В. 326  
Поскина Т.Ю. 77, 418  
Поскотинова Л.В. 150, 230, 327, 383  
Посохова М.А. 327  
Потапьева Н.Н. 217  
Поташникова Д.М. 157  
Потемкина С.В. 187  
Потехина А.А. 254  
Потуткин Д.С. 172  
Празднова Е.В. 446  
Приводнова Е.Ю. 328  
Проворова О.В. 419  
Прокудина О.И. 329, 340  
Пронин С.В. 467  
Протасова Т.П. 330, 464  
Прошева В.И. 308  
Пряничников С.В. 334  
Пучко Е.В. 265  
Пучкова А.А. 363  
Пушкин В.А. 330, 331  
Пятин В.Ф. 169, 353  
Рабичев И.Э. 331  
Раваева М.Ю. 453  
Разуванова А.В. 195  
Раннева С.В. 332  
Ревенко Н.А. 192  
Резник В.С. 121  
Резник В.С. 174  
Рембовский В.Р. 333  
Решке М.Ф. 399  
Ризванов А.А. 289  
Рогинская А.А. 438  
Рогозин П.Д. 196  
Родер Д.С. 254  
Роева М.В. 369  
Рожков В.П. 334, 401  
Розенбаум Ю.А. 319  
Ромащенко А.В. 52, 295, 457  
Ростов В.В. 201  
Ротмистровская Е.Г. 217  
Рощупкин Д.И. 286  
Рудницкая Е.А. 335  
Рукавишников И.В. 102, 336, 399  
Румянцев А.О. 363  
Рыбалко С.Ю. 484  
Рыбина Л.А. 225  
Рыбченко А.А. 454  
Рыжов В.П. 337  
Рыжова И.В. 338  
Рысакова М.П. 311  
Рябова О.В. 339  
Рябцева А.А. 269  
Рябчикова Н.А. 339  
Рязанова М.А. 329, 340  
Рязанский С.Н. 102  
Сабанина Н.Р. 287  
Сабурова Е.А. 341  
Савелов А.А. 223  
Савельев А.В. 342, 343, 344  
Савина Г.Ю. 403  
Савинкина А.О. 94, 345  
Савокина О.В. 420  
Савостина М.С. 206  
Савочкина Д.Н. 271  
Савченко Р.Р. 204  
Савченков А.В. 460  
Садков В.Ю. 172, 346  
Садов В.А. 468  
Садыкова Е.В. 443  
Садых-заде Р.А. 472  
Сазанова Т.В. 131  
Сайфуллина Е.В. 72, 430  
Салахутдинов Н.Ф. 74  
Самарина И.И. 97  
Самигуллин Д.В. 425

- Самойлов М.О. 451  
Самсонов А.А. 347  
Саперова Е.В. 156  
Саранцева С.В. 95, 341  
Саргсян В.А. 348  
Саркисов Г.Т. 51  
Саркисова К.Ю. 413  
Саркисян В.Р. 145, 348  
Саркисян Р.Ш. 145, 348  
Сарманова З.В. 175  
Сафоничева О.Г. 485  
Сафоничева М.А. 485  
Светлик М.В. 106  
Свидан Н.М. 349  
Свинов М.М. 254  
Святловская Е.А. 350  
Святогор И.А. 142  
Селезнева Н.Д. 265, 266  
Селионов В.А. 350, 373  
Семенов В.Э. 121, 174  
Семенов Ю.С. 102  
Семенова Е.С. 433  
Семенова Л.М. 351  
Семенюк С.И. 149  
Семенюк Ю.П. 446  
Сергеев Т.В. 352  
Сергеев Т.В. 50  
Сергеева М.С. 169, 353  
Сергиенко В.И. 286  
Серегин А.А. 354  
Серезенков В.А. 446  
Серезникова Н.Б. 157, 355  
Сиваченко И.Б. 356  
Сидоренко А.В. 357  
Сидорина В.В. 125  
Сидорова И.В. 121  
Сидорова М.В. 75  
Сизов В.В. 49  
Силкин Ю.А. 359  
Силкина Е.Н. 359  
Симаков А.Б. 140, 359  
Симакова И.Н. 360  
Симонова Т.О. 364  
Симуткин Г.Г. 354  
Синенко Д.В. 94  
Синцов М.Ю. 361  
Ситдииков Ф.Г. 89, 123, 454, 455  
Ситдиикова Г.Ф. 123  
Скальный А.В. 206  
Скачилова С.Я. 362  
Скедина М.А. 158, 210  
Скоморохова Е.А. 198  
Скоморохова Е.Б. 363  
Скребицкий В.Г. 196, 458  
Славущая М.В. 363  
Слепцов Р.В. 258  
Слободина А.Д. 95  
Смаглий Л.В. 91, 210  
Смельшьева Л.Н. 364  
Смердова О.С. 195  
Сметанин Б.Н. 249, 365  
Смирнов В.В. 322  
Смирнова Л.П. 354  
Смирнова М.В. 131  
Смоликов А.Б. 366  
Смолякова В.И. 204  
Соболева Е.М. 367  
Соболева И.В. 367  
Соколова Л.В. 172, 369  
Соколова М.Г. 299, 368  
Солнушкин С.Д. 98  
Солнышко А.Л. 208  
Соловьев В.С. 372  
Соловьев О.В. 370  
Соловьева О.А. 371  
Соловьева С.В. 372  
Солодков Р.В. 178, 239  
Солодухо Н.А. 357  
Солопова И.А. 350, 373  
Солоухина О.А. 374  
Сомик Л.Е. 124  
Сорокина И.В. 431  
Сорокина Н.С. 375  
Сороко С.И. 334, 376  
Соснина Е.А. 383  
Соснина И.С. 377  
Сотников О.С. 378  
Спиридонов Е. 274  
Ставровская А.В. 378  
Станкова Е.П., 379  
Старостина М.В. 254, 375  
Стебелькова О.А. 186  
Стельмашук Е.В. 196, 380  
Степанов А.В. 53  
Стерлигова О.П. 381  
Стефанова Н.А. 286, 335, 382  
Стефанович М.А. 294, 383, 384  
Столяров С.А. 175  
Страбыкина Е.А. 149  
Страмцова А.Н. 402  
Стрелков Н.О. 480  
Стрельцова Т.В. 88, 417  
Стрижакова Т.Ю. 402  
Строева О.Г. 269  
Струкова С.М. 75  
Ступин В.О. 242  
Суворов Н.Б. 50, 352, 384  
Сула М.И. 422  
Сулин А.В. 139  
Сулин В.Ю. 139  
Султанова А.С. 385  
Султанова Р.И. 440  
Супин А.Я. 271, 298, 386, 388  
Сурина Н.М. 415  
Сурманова М.Л. 54, 387  
Сухинин М.В. 285  
Сухинич К.К. 293  
Сухов А.Г. 260  
Сухов А.Г. 273, 309, 331  
Сухов И.Б. 153, 447  
Суховерхова А. 171  
Сучков Д.С. 361  
Сыника Е.В. 422  
Сырямкин В. И. 476  
Сысуева Е.В. 388  
Сычев В.С. 389  
Такиева Р.Д. 161  
Таку Н.Н. 448  
Талева А.И. 306  
Тамбиев А.Э. 81  
Тамбовцева Р.В. 389, 390  
Тарабыкин В.С. 73  
Тарасова А.С. 411  
Тарасова И.В. 391  
Тарасова А.Ю. 316  
Тарновская Т.А. 392  
Телегина Д.В. 392  
Тельнова В.Г. 146, 148  
Темурьянц Н.А. 439  
Терещенко Е.П. 393  
Терещенкова О.Л. 208  
Тертышная Ю.В. 461  
Тесленко Е.Л. 145, 394, 444  
Тикиджи-Хамбурьян Р.А. 110  
Тимашов П.С. 396  
Тимофеева М.Р. 395  
Титов С.А. 178  
Тиунова А.А. 221  
Тихобразова О.П. 396  
Тихонов Д.Б. 217  
Ткаченко А.А. 397  
Ткаченко А.И. 128  
Тобиас Т.В. 338  
Толкачев П.И. 352  
Толмачева Е.А. 398  
Толстикова Т.Г. 431  
Томиловская Е.С. 102, 172, 205,  
302, 336, 346, 377, 399, 463  
Томышев А. 363  
Торубаров Ф.С. 151  
Трембач А.Б. 400  
Трифонов М.И. 334, 401  
Трифорова Н.Ю. 140, 401  
Тросиненко А.В. 471, 423  
Трофимова Н.Н. 157, 355  
Трохимчук Л.Ф. 402  
Трубачева О.А. 319  
Трубникова О.А. 267  
Трясучев А.В. 242  
Тузяк О.Ю. 208  
Тумановский Ю.М. 403  
Тур Д.А. 404  
Турна А.А. 206  
Туровская М.В. 73  
Туровский Е.А. 73  
Турчина В.В. 405  
Тутукова С.А. 73, 322  
Тыкежанова Г.М. 57, 406  
Тюрин И.Е. 255  
Тяпкина О.В. 407  
Тятенкова Н.Н. 408  
Умарова Б.А. 408, 241  
Умрюхин П.Е. 409  
Уплисова К.О. 53  
Уранова Н.А. 410  
Урванцев А.В. 187

- Усачёв В.И. 158  
Усова А.В. 411  
Ушаков В.Л. 61, 412  
Фала В.Д. 246  
Фатеева Н.М. 67, 327  
Фаткуллина Л.Д. 55  
Федоренко О.Ю. 412  
Фёдорова В.И. 222  
Федорова И.Н. 400  
Федорова Я.Б. 265, 266  
Федосова Е.А. 413, 414  
Федотова Е.И. 459  
Федотова И.Б. 415  
Федотова Т.К. 127  
Федянин А.О. 79, 416  
Фесик Е.А. 411  
Филатов М.А. 417, 418  
Филатова Д.Ю. 88  
Филатова Е.Г. 222  
Филатова О.Е. 162, 419  
Филиппова Е.Б. 420  
Филюшина Е.Е. 332  
Фирсова Ю.Д. 454  
Фомин А.В. 390  
Фомина А.С. 421  
Фомина Е.В. 345, 399  
Фролов А.А. 93, 201, 473  
Фролова И.Г. 411  
Фурдуй В.Ф. 422, 423, 424  
Фурдуй Ф.И. 422, 423, 424  
Фурсенко Д.В. 237  
Хабарова Е.В. 222, 222  
Хадарцев А.А. 162  
Хазиев Э.Ф. 425  
Хазина Л.В. 426  
Хазипов Р.Н. 361  
Хайлов Н.А. 265, 266  
Халитова А.Р. 428  
Харитонов А.Н. 132  
Харченко Е.Ю. 446  
Хаснулин В.И. 429  
Хаспекоев Л.Г. 196  
Хафизова Э.Ф. 89  
Хачатурова Э.В. 333  
Хивинцева Е.В. 170  
Хидиятова И.М. 72, 430  
Хлудова Л.К. 430  
Хмель Н.В. 128  
Ходанович М.Ю. 204, 295, 431  
Ходарина Н.Н. 288  
Хожай Л.И. 432  
Холмогорова Н.В. 433  
Хорсева Н.И. 434, 435  
Хошкин Н.В. 237  
Хоч Н.С. 436, 437  
Храмова Г.М. 118, 215, 274  
Хренкова В.В. 438  
Худякова М.В. 374  
Хузахметова В.Ф. 438  
Хусаинов Д.Р. 439  
Хусаинова Р.И. 440  
Хуснутдинова Э.К. 72, 161, 430, 440  
Хуцян С.С. 165  
Цветаева Д.А. 465  
Цехмистренко Т.А. 441  
Цикунов С.Г. 49, 301  
Цыганков В.Д. 442  
Чайка А.В. 439  
Чан Чонг Хью 384, 443  
Чебан Л.Н. 422  
Челноков А.А. 444  
Челнокова М.И. 444  
Черепнев Г.В. 121  
Черетаев И.В. 439  
Черизано Д.М. 399  
Черников Н.А. 77  
Чернышева Г.А. 204  
Чехонин В.П. 130  
Чигалейчик Л.А. 145, 394, 444  
Чиженкова Р.А. 445  
Чистяков В.А. 446  
Чистякова О.В. 153, 447  
Чихман В.Н. 98  
Чмыхало В.К. 446  
Чокинэ В.К. 423, 424, 448, 448  
Чудина Н.А. 286  
Чумакова А.М. 263, 449  
Чумасов Е.И. 450  
Чурилова А.В. 451  
Чусов А.В. 452  
Чуян Е.Н. 453  
Шабанов Г.А. 454  
Шавалиева В. 430  
Шавдарь Л.В. 448  
Шадрин Г.А. 417  
Шайдуллоев И. Ф. 123  
Шайхелисламова М.В. 89, 454, 454  
Шалимов В.В. 456  
Шарапова М.Б. 457  
Шаркова А.В. 166  
Шаронова И.Н. 458  
Шаталин Ю.В. 215, 459  
Шаталова О.В. 55  
Шацкова А.Б. 413  
Шевелев О.Б. 52, 295, 459  
Шевченко К.В. 122  
Шейко Е.А. 464  
Шелепин Ю.Е. 285, 467  
Шемякина Н.В. 214  
Шепелев И.Е. 245  
Шептицкий В.А. 422  
Шибкова Д.З. 460  
Шибряева Л.С. 55, 461  
Шигуева Т.А. 172, 302, 463  
Шилов В.П. 362  
Шилова Е.В. 362  
Шимараева Т.Н. 105  
Шипилов В.Н. 447  
Шипкова К.М. 464  
Шипов А.А. 377  
Ширнина Е.А. 464  
Ширяева Н.В. 312  
Шихлярова А.И. 330, 464  
Шишелова А.Ю. 465  
Шквирина О.И. 402  
Шкорбатова П.Ю. 466  
Шогерян С.А. 331  
Шошина И.И. 467  
Шпагонова Н.Г. 468  
Шпаков А.О. 152, 153, 447, 469  
Шпрингель Н.А. 470  
Штемберг А.С. 471  
Штирбу Е.И. 471  
Шубина В.С. 215, 459  
Шуваева В.Н. 251  
Шувалова П.К. 95  
Шукюрова П.А. 472  
Шульгина Г.И. 473  
Шумейко Н.С. 107  
Шумилов В.Н. 474, 475, 476  
Шумилов И.В. 476  
Шумихина С.И. 477  
Щелчкова Н.А. 477  
Эйсмонт Е.В. 478  
Эльман К.А. 418  
Юзекаева Э.Р. 479  
Юматов Е.А. 480  
Юнусова В.Р. 69  
Юсифов Э.Ю. 47  
Юшков Б.Г. 231  
Ягольник Е.А. 55  
Якубович А.В. 437  
Ямщикова Н.Г. 378  
Янина А.С. 481  
Янтмирова Р.А. 292  
Янцев А.В. 203, 314  
Ярманова Е.Н. 172  
Ярных В.Л. 208, 295, 431, 482  
Яровая О.И. 74  
Ярцев В.Н. 482  
Ярыгин К.Н. 293  
Ярыгина Н.А. 383  
Яснецов В.В. 362  
Яценко С.Г. 484

## УДК ББК

**«Нейронаука для медицины и психологии»:** 12-й Международный Междисциплинарный Конгресс (Судак, Крым, Россия, 1-11 июня 2016 года). **Труды Конгресса** / Под редакцией Лосевой Е.В., Крючковой А.В., Логиновой Н.А.

Двенадцатый международный междисциплинарный Конгресс «Нейронаука для медицины и психологии» продолжает цикл научных мероприятий (Высокие Татры, Словакия, 2002 и 2003; Карадаг, Крым, Украина, 2002 и 2003; Хургада, Египет, 2004, Судак, Крым, Украина, 2004-2013, Судак, Крым, Россия, 2014 и 2015), которые посвящены многоплановому исследованию нервной системы и использованию этих знаний в медицинской и психологической практике. Главная цель форума – объединение усилий высококвалифицированных специалистов научного сообщества, изучающих нервную систему с разных углов зрения, для сохранения биологического и психического здоровья людей в современном мире.

Конгресс проводится в рамках подготовки к XXIII Съезду Российского Физиологического Общества им. И.П. Павлова, который планируется в 2017 году в г. Санкт-Петербурге и будет посвящен 100-летию создания этого общества Иваном Петровичем Павловым.

Планируется проведение Школы «Новейшие разработки в фундаментальных и прикладных нейроисследованиях и психологии» с лекциями и докладами ведущих ученых. На заседаниях секций Конгресса будут обсуждаться следующие проблемы: стрессы и неврозы, память, обучение, мышление и сознание, нейрональные механизмы когнитивных процессов; психические расстройства, интегративная деятельность нервной, иммунной и эндокринной систем, нейрофизиология сенсорных и двигательных систем, нейрорегуляция периферических органов; межклеточные взаимодействия и роль биологически активных веществ в нервной системе, экспериментальная и клиническая нейрофармакология; воздействие физических факторов различной природы на нервную систему; нейродегенеративные заболевания и опухоли мозга, онтогенез нервной системы, нейробиология сна-бодрствования, санокреатология, методология психофизиологических исследований, клиническая нейродиагностика, нейрокибернетика, нанотехнологии и наноматериалы в биомедицинских исследованиях, нейротехнологии и когнитивные исследования. В рамках конгресса будут проведены симпозиумы «Современные методы магнитно-резонансной томографии для исследования структурной и функциональной организации головного мозга», «Интерфейс мозг-компьютер», «Музыка и мозг», «Центральные механизмы кардиоваскулярной регуляции, клинические и прикладные аспекты анализа variability сердечного ритма», «Актуальные вопросы нейрофилософии».

В работе форума примут участие 1240 специалистов из России, других стран СНГ и дальнего зарубежья: ученые, врачи, психологи, фармацевты, педагоги и другие заинтересованные лица, чьи интересы связаны с комплексным изучением разнообразных функций организма, регулируемых нервной системой. Подобные форумы необходимы для развития и укрепления кооперативных связей между учеными, работающими в области фундаментальной науки о мозге, медиками и психологами с целью ускоренного внедрения новых научных разработок в практическую медицину.

**Оргкомитет планирует организацию в будущем и других научных мероприятий, посвященных разностороннему исследованию функций нервной системы, а также внедрению научных разработок в медицину и психологию. Вся новая информация будет размещена на сайте в Интернете: <http://brainres.ru>**

**Организация 12-го международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии» поддержана грантом РГНФ 16-06-14046**