

УДК 612.821.089

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ПОСТОЯННОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОЛОВНОГО МОЗГА В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА (ОБЗОР)

© 2015 г. И. С. Депутат, А. Н. Нехорошкова, А. В. Грибанов,
И. Л. Большевидцева, Л. Ф. Старцева

Институт медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета
имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск

В статье представлен обзор современных научных подходов к оценке энергетического метаболизма головного мозга посредством регистрации уровня постоянного потенциала (УПП). Уровень постоянного потенциала представляет собой медленно меняющийся устойчивый потенциал милливольтного диапазона, один из видов сверхмедленных физиологических процессов, регистрируемый между мозгом и референтными областями с помощью усилителей постоянного тока. Он отражает индивидуальные особенности общих и локальных энергозатрат, связанных с функциональным состоянием головного мозга и нервной системы в целом. Подчеркнуто, что УПП является количественным показателем текущего функционального состояния организма, определяющего его физиологическую активность, отражает деятельность нейрофизиологических механизмов стационарного назначения, которые поддерживают церебральный гомеостаз в норме и регулируют функциональную межполушарную асимметрию. Отражены взгляды отечественных и зарубежных ученых на природу постоянного потенциала и физиологические закономерности распределения УПП. Описана зависимость динамики показателей УПП от возрастных влияний и циклического режима работы организма. Показано, что изучение УПП помогает раскрыть механизмы взаимообусловленности энергетического метаболизма головного мозга с другими системами организма человека, определить особенности гомеостаза в изменяющихся условиях среды, оценить вероятность развития психосоматической патологии, эффективность медикаментозной терапии. Особое внимание уделено рассмотрению возможностей использования анализа УПП для установления взаимосвязи функциональной активности организма с энергетическим метаболизмом головного мозга и для практической разработки новых методов диагностики различных состояний.

Ключевые слова: уровень постоянного потенциала, энергетический метаболизм головного мозга

ANALYSIS OF DC-POTENTIAL LEVEL IN ASSESSMENT OF BODY FUNCTIONAL STATE (REVIEW)

I. S. Deputat, A. N. Nekhoroshkova, A. V. Griбанov, I. L. Bolshevidceva, L. F. Startseva

Institute of Biological and Medical Research, Northern (Arctic) Federal University
named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

A review of modern scientific approaches to assessment of the brain energy metabolism by way of recording DC-potential levels has been presented in the article. A DC-potential level is a slowly varying steady potential of the millivolt range. It is one of the types of superslow physiological processes recorded between the brain and reference areas with use of DC amplifiers. It reflects individual characteristics of general and local energy consumption associated with the general brain and nervous system functional state. It has been underlined that the DC-potential level was a quantitative index of body current functional state that determined its physiological activity, presented activity of the neurophysiological mechanisms of permanent purpose supporting cerebral homeostasis in norm and regulating the functional hemispheric asymmetry. There have been shown views of domestic and foreign scientists on the nature of the DC-potential level and physiological patterns of the DC-potential level distribution. The dependence of the dynamics of the DC-potential level indices on the age influences and the cyclic mode of the body functionality has been described. It has been shown that the study of the DC-potential level helped to reveal mechanisms of interdependence of the brain energy metabolism and other body systems, to determine homeostasis features in changing environment, to assess probabilities of psychosomatic pathology and effectiveness of drug therapy. Particular attention has been paid to the analysis of possibilities of using the DC-potential level for establishment of relationships between the body functional activity and the brain energy metabolism and for practical development of new methods for diagnosis of different states.

Keywords: DC-potential level, brain energy metabolism

Библиографическая ссылка:

Депутат И. С., Нехорошкова А. Н., Грибанов А. В., Большевидцева И. Л., Старцева Л. Ф. Анализ распределения уровня постоянного потенциала головного мозга в оценке функционального состояния организма (обзор) // Экология человека. 2015. № 10. С. 27–36.

Deputat I. S., Nekhoroshkova A. N., Griбанov A. V., Bolshevidceva I. L., Startseva L. F. Analysis of DC-Potential Level in Assessment of Body Functional State (Review). *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 10, pp. 27-36.

Эффективность работы мозговых структур, определяющих как характер психической деятельности, так и жизнедеятельность организма в целом, во многом связана с процессами энергетического обеспечения головного мозга [3, 7, 19, 45]. Слож-

ное взаимодействие функциональной активности нейронов и их энергообеспечения указывает на необходимость исследований взаимосвязи между энергетическим обменом и работой нервных клеток [1, 3, 44].

При повышении функциональной активности мозга усиливается церебральный энергообмен: нарастает потребление глюкозы, увеличивается мозговой кровоток. Толчком для такого повышения становится накопление в межклеточном пространстве ионов калия и увеличение при окислении глюкозы концентрации протонов, под влиянием которых расширяются мелкие мозговые сосуды [31, 36, 38, 39]. Основным условием осуществления жизненно важных биологических процессов в клетке является поддержание градиента концентрации ионов по разные стороны мембран нейронов. Постоянство электролитного состава как внутри, так и вне клетки основывается на активном транспорте ионов через клеточные мембраны, которые обладают высокоселективной ионной проницаемостью. Активный транспорт ионов — самый важный источник и регулятор трансмембранного потенциала клетки [37, 38].

Генерация всех видов мембранных потенциалов связана с энергозатратами на создание и поддержание ионных градиентов. Имеются данные, указывающие на тесную связь между уровнем мембранных потенциалов мозга и показателями церебрального энергетического метаболизма [31, 36]. Исходя из этого уровень мембранных потенциалов можно рассматривать в качестве интегрального показателя энергетического состояния головного мозга.

В настоящее время к основным методам, позволяющим визуализировать биохимические процессы в мозге и оценивать церебральный энергетический обмен, относят позитронную эмиссионную томографию, магнитно-резонансную томографию, спектроскопию на основе ядерного магнитного резонанса, однофотонную эмиссионную компьютерную томографию, измерение локального мозгового кровотока с помощью изотопного клиренса, реоэнцефалографию. Эти методы позволяют получать изображение мозга и картировать содержание в его структурах определенных веществ, участвующих в энергетическом обмене, а также локальный кровоток в разных его структурах. Их применение достаточно эффективно, но имеет ряд недостатков. В частности, большинство из них предусматривает введение радиоактивных веществ в организм человека и все они требуют дорогостоящего оборудования, а поддержание строго определенной позы при обследовании делает практически невозможным их применение при обследовании детей [5, 22, 23, 50].

К более доступным, безопасным, высокоинформативным и сравнительно простым в применении методам компьютерной визуализации компонентов биохимических реакций относится электрофизиологический метод оценки кислотно-щелочного равновесия в мозге [31, 36]. Данный метод позволяет достоверно оценивать энергетический метаболизм головного мозга посредством регистрации уровня постоянного потенциала (УПП), который представляет собой медленно меняющийся устойчивый потенциал милливольтового диапазона (разность потенциалов), один

из видов сверхмедленных физиологических процессов, регистрируемый между мозгом и референтными областями с помощью усилителей постоянного тока [23, 41]. Этот вид медленных потенциалов характеризует уровень относительно стабильного функционирования зон мозговых образований и является количественным показателем текущего функционального состояния исследуемого объекта, определяющего его физиологическую активность [1, 3, 31]. Доказано, что в генезе постоянного потенциала принимают участие мембранные потенциалы нейронов, глии и гематоэнцефалического барьера, хотя вклад последних в генез УПП в разных ситуациях может быть неодинаковым [31]. Имеется мнение, что УПП образуется вследствие метаболической активности в межклеточном пространстве коры больших полушарий головного мозга. На УПП способны влиять содержащиеся в межклеточном пространстве молекулы гиалуроновой кислоты, несущие отрицательные заряды, изменяя свое расположение и связывая ионы, заряженные положительно. Многие авторы указывают, что работа против электрохимического градиента потенциалобразующих ионов требует энергозатрат для генерации мембранных потенциалов, вследствие этого параметры УПП связаны с церебральными энергозатратами и позволяют оценивать их интенсивность [17, 31, 45].

Данные многочисленных исследований свидетельствуют о связи УПП с показателями церебрального энергетического обмена: потреблением кислорода и глюкозы, накоплением гликогена, концентрацией АТФ и других энергетических метаболитов, а также соотношением окисленных и восстановленных форм дыхательных ферментов NAD-NADH и с интенсивностью реакций свободнорадикального окисления липидов мембран головного мозга [2, 4, 13, 15, 17 и др.].

Показано, что УПП отражает деятельность нейрофизиологических механизмов стационарного назначения, которые поддерживают церебральный гомеостаз в норме и регулируют функциональную межполушарную асимметрию, в отличие от электроэнцефалограммы и вызванных потенциалов, которые отражают преимущественно процессы восприятия и переработки информации [44, 46, 49]. В то же время установлено позитивное отклонение УПП в соответствующих проекционных зонах коры головного мозга в ответ на сенсорное воздействие звуком или светом [31, 33, 43, 48].

Уровень постоянного потенциала головного мозга отражает индивидуальные особенности общего и локального уровней энергозатрат, связанных с функциональным состоянием мозга и нервной системы в целом [23, 27, 28, 36, 43]. В настоящее время установлен ряд физиологических закономерностей распределения уровня постоянного потенциала. Показано, что показатели УПП тесно связаны с возрастными влияниями и циклическим режимом работы организма.

В. Ф. Фокиным проведено исследование УПП в выборке лиц от 2 до 92 лет. Полученные результаты

свидетельствуют о том, что наиболее высокая интенсивность церебрального энергетического обмена наблюдается в детском возрасте. В дальнейшем происходит снижение энергетического метаболизма, а в пожилом и старческом возрасте, кроме того, имеет место сглаживание регионарных различий, что, вероятно, связано с уменьшением специализации коры в процессе старения. Опираясь на данные проведенного исследования, автор разработал возрастозависимую нормативную шкалу, преобразующую количественные значения УПП в критерии оценки уровня энергетического состояния головного мозга в соответствии с возрастным эталоном [31].

Возрастозависимая динамика распределения УПП определяет перспективность применения метода регистрации УПП головного мозга для описания процессов старения. Показано, что при нормальном старении межполушарные различия функциональной активности и энергетического обмена в целом уменьшаются, а интериндивидуальная вариабельность этих показателей увеличивается [24]. Мониторинг УПП показал, что при старении по сравнению со средним возрастом снижается рост церебральных энергетических процессов при выполнении тестов на слухоречевую память и уменьшается роль левого полушария в обеспечении этих процессов. Установлено, что интенсивность энергетических процессов может отражать вероятность наступления смерти у пожилых людей, что позволяет использовать показатель УПП в качестве маркера для прогнозирования продолжительности жизни [32].

Современными исследователями показано, что изучение УПП помогает раскрыть механизмы взаимоотношенности энергетического метаболизма головного мозга и других систем организма человека. Так, в исследовании Л. Ф. Старцевой получены данные об изменении распределения УПП в различные фазы овариально-менструального цикла, зависящие от исходного уровня энергообмена головного мозга в состоянии относительного покоя и после умственной нагрузки. Установлено, что в лютеиновую фазу овариально-менструального цикла распределение УПП характеризует наиболее оптимальный энергетический метаболизм головного мозга [30].

В исследованиях R. Edelberg, Y. Iino et al., T. C. Chu et al., T. Yokota et al., N. Mori, представлены данные о влиянии вегетативной нервной системы на динамику сверхмедленных физиологических процессов [цит. по 29]. И. В. Князевой с соавт. установлена взаимосвязь между реактивными изменениями показателей вегетативной нервной системы и динамикой усредненного УПП и межполушарных отношений. Это открывает возможность оценки при помощи УПП вероятности развития психосоматической патологии [16].

В современных научных исследованиях, посвященных анализу распределения постоянного потенциала, большая роль отводится изучению факторов, отрицательно воздействующих на метаболизм головного мозга: неблагоприятных климатических условий

проживания, снижения адаптации к физическому и психическому стрессу, сопутствующих заболеваний.

Исследователи, изучающие адаптационные возможности организма, применяют регистрацию УПП для выявления особенностей гомеостаза в изменяющихся условиях среды [12, 18, 20, 30]. Так, Д. Н. Подоплекиным и А. В. Грибановым установлены нормативные показатели УПП головного мозга детей-северян. Определено, что энергетические затраты головного мозга у детей-северян более высокие по сравнению с их сверстниками из средней полосы России, что может рассматриваться как нейрофизиологическое проявление начальной стадии стресса. Отмечено, что разность потенциалов лобных отделов с усредненным уровнем постоянного потенциала в отсутствие различий в энергозатратах между центральными и затылочными отделами у младших школьников отражает задержку формирования функциональных связей некоторых отделов головного мозга [18].

А. Н. Подоплекиным и Н. Ю. Аникиной определены изменения УПП головного мозга у студентов-северян при локальном охлаждении. Отмечена тенденция более интенсивного энергообмена головного мозга у северян по сравнению со студентами из других регионов России, что проявляется повышением значений УПП в монополярных отведениях как перед и во время охлаждения, так и в восстановительном периоде. Более высокие показатели УПП у студентов-северян зарегистрированы в подкорковых структурах при одновременном их снижении во фронтальной области коры головного мозга [20].

Результаты исследования распределения УПП у пожилых женщин, проживающих на территории Крайнего Севера, также показали увеличение фоновых показателей метаболизма по основным отделам головного мозга в исследуемой группе. Наибольшая разница с нормативными значениями обнаружена в центральных и теменно-затылочных отведениях. Выявленная тенденция свидетельствует о функциональном напряжении головного мозга и снижении его резервных возможностей у пожилых женщин-северянок [12].

В целом рост локальных показателей распределения УПП у жителей Севера может быть связан с увеличением доли анаэробного окисления, поскольку УПП возрастает при накоплении продуктов окисления жирных кислот в мозговой ткани. Таким образом, повышение показателей распределения УПП можно расценивать как проявления экологической адаптивности к условиям Севера.

Все чаще характеристики УПП становятся критериями, позволяющими оценить функциональное состояние организма человека [2, 14, 34, 42, 48]. Так, исследование Marshall L. et al. показало сдвиги УПП во время ночного непрерывного сна, проявляющиеся повышением его средних показателей в фазах «быстрого» сна. Это позволило авторам выделить этапы сна, в которых происходят наиболее существенные изменения УПП [47].

В исследовании Trimmel M. et al. анализ распределения УПП производился у группы испытуемых при выполнении когнитивных операций (решение компьютерных и текстовых графических задач). Показаны различия в активации корковых зон при умственной нагрузке различного типа [51]. В. М. Кирсанов в процессе изучения влияния активных форм обучения на студентов естественно-научного профиля также отмечает значительное повышение энергообмена головного мозга испытуемых сразу после игровых тренингов. Автор объясняет это явление ростом активации деятельности мозга в условиях интенсивной интеллектуальной нагрузки [14].

В работе А. С. Ващенко показана возможность применения метода регистрации УПП для контроля за готовностью спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности [6].

А. Н. ПодоPLEКИНЫМ установлено изменение УПП при употреблении психоактивных веществ, сопровождающееся повышением энергетических затрат мозга в лобной, затылочной и правой височной областях при одновременной дисфункции срединных структур мозга, что наиболее выражено в возрасте 11–12 лет. Выявлены особенности энергетического метаболизма головного мозга при употреблении летучих растворителей: повышение активности левого полушария и дисфункция фронтальных структур с нарушением связей с другими отделами мозга. Установлено изменение структурно-функциональной организации мозга при увеличении стажа употребления летучих растворителей [21].

Патофизиологические аспекты энергетического обмена головного мозга становятся актуальным направлением исследования различных заболеваний: атеросклероза, сахарного диабета, артериальной гипертензии, нарушений ритма сердца. Анализ УПП позволяет выявить возрастные особенности восстановительных процессов у людей, перенесших черепно-мозговую травму и инсульт, определить тяжесть общемозговых изменений, определить стадию и остроту патологических процессов, затрагивающих механизмы энергообеспечения нейронов головного мозга при его патологии [15, 17, 28, 29, 40].

Так, в исследовании Ю. В. Борисовой отмечается, что повышенные показатели УПП чаще всего встречаются у людей с начальными проявлениями недостаточности кровоснабжения мозга [5]. В. И. Шмырев с соавт. представляют данные об особенностях распределения постоянного потенциала при болезни Альцгеймера и паркинсонизме. Авторы указывают на то, что показатели УПП в случае болезни Альцгеймера будут повышаться, что связано с накоплением продуктов распада мозговой ткани в результате дегенеративных атрофических процессов, тогда как при паркинсонизме усредненный УПП обнаруживает разнонаправленные изменения. Снижение показателей постоянного потенциала при болезни Паркинсона указывает на недостаточность энергетического обеспечения мозга, проявляющуюся

в особенности при функциональных нагрузках [36]. В работе Н. П. Миронова с соавт. представлена характеристика УПП при когнитивных нарушениях различной этиологии. Показано, что состояния метаболизма и региональной перфузии головного мозга в большинстве случаев определяют функциональную активность трех структурно-функциональных блоков мозга, а следовательно, определяют структуру жалоб и нейропсихологический тип когнитивного расстройства [17].

Отдельное место занимают исследования, посвященные диагностике энергетического метаболизма головного мозга до и после применения медикаментозной терапии. Авторы посредством измерения УПП обосновывают применение определенной группы медикаментов при нарушении мозгового кровообращения различной этиологии [16, 26]. М. А. Скединой, А. А. Ковалевой проводилась оценка УПП в процессе лечения больных с артериальной гипертензией I и II стадии и нейроциркуляторной дистонией. Авторы отмечают, что анализ УПП позволяет оценить динамику восстановительных процессов в организме в ходе лечения [26].

Особый интерес представляют работы, где особенности распределения УПП головного мозга становятся критерием в дифференциальной диагностике отклоняющегося развития. Значимые отличия по целому ряду характеристик постоянного потенциала головного мозга у детей с различными вариантами поведенческих нарушений подтверждают диагностическую ценность данного электрофизиологического метода [4, 9–11, 18].

Так, в исследовании Д. Н. ПодоPLEКИНА с соавт. было выявлено, что при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) у детей 7–8 лет на первое место выступает значительное снижение энергозатрат в лобных отделах, уменьшение их связей с другими структурами мозга и изменение межполушарных взаимоотношений. Нарастающее истощение функциональных резервов, характерное для детей с СДВГ, выражается в снижении у них суммарного показателя постоянного потенциала головного мозга [10, 18].

В работе А. В. Грибанова и И. Н. Пушкаревой представлен анализ распределения УПП и его связи с показателями функции равновесия у детей с СДВГ [10, 18]. В исследуемой группе установлены значительные изменения взаимоотношений между энергообеспечением головного мозга и функциональным состоянием системы равновесия с выделением изолированных факторов «энергообеспечения» и «устойчивости позы».

А. В. Грибановым и И. С. Депутат выявлено снижение показателей распределения УПП в лобных отделах головного мозга у детей с СДВГ при разном уровне интеллекта. Установлено, что наиболее значительные изменения факторной структуры распределения УПП головного мозга у детей с СДВГ, связанные с лобными отделами, происходят при относительно низком общем интеллекте, что, вероятно, обусловлено

нарушением регуляторных систем головного мозга детей при данном синдроме [11].

Результаты исследования А. И. Боровой показывают, что более высокая активность церебральных энергозатрат в правом полушарии является одним из нейрофизиологических факторов, указывающих на предрасположенность подростков к проявлениям агрессии. Уровень агрессивности находится в прямой зависимости от УПП правой височной области [4].

Н. С. Бедерева, анализируя уровень УПП у детей с эмоциональной неустойчивостью (повышенная активность, слабая концентрация, хаотичный, ускоренный темп деятельности), констатирует у них повышение нейроэнергообмена. Исследователь отмечает, что даже в спокойном состоянии процессы регуляции головного мозга у детей с эмоциональной неустойчивостью находятся в напряженном состоянии. В ходе эксперимента наблюдается равная активность правого и левого полушария. Дети с невысокой общей активностью, повышенной чувствительностью, сниженным фоном настроения, невысоким темпом деятельности, напротив, имеют сниженные показатели УПП. Как утверждает автор, это может говорить о снижении реактивности нервных процессов [4].

М. А. Подоплекина экспериментальным путем доказывает, что у детей при нарушениях сердечного ритма происходит достоверное увеличение церебрального энергетического обмена, что находит свое отражение в повышении как суммарного показателя постоянного потенциала головного мозга, так и значений по основным его отделам. Автор рекомендует использовать метод исследования УПП головного мозга для комплексной оценки функционального состояния детей с целью определения их адаптационных возможностей [22].

Н. Г. Городенский использует показатели распределения УПП в дифференциальной диагностике раннего детского аутизма и задержки психического развития у детей и высказывает предположение о том, что доминирование правого или левого полушария определяет различный энергетический фон психического развития [9].

В настоящее время получают распространение исследования межполушарной асимметрии головного мозга посредством оценки разности постоянного потенциала между симметричными областями мозга [8, 12, 25, 35].

В. Ф. Фокиным с соавт. проводились исследования динамической организации функциональной межполушарной асимметрии в норме и при некоторых видах неврологической и психической патологии [31, 32]. В частности, определялось влияние динамических показателей функциональной межполушарной асимметрии на когнитивные процессы и обучение детей и подростков. Было выявлено, что реактивные сдвиги УПП отрицательно коррелируют с ментальной продуктивностью при выполнении заданий на свободные вербальные ассоциации и при чтении вслух у девочек 7–8-летнего возраста, а скорость чтения зависит от

исходной активности височных областей и их межполушарной разности, при этом правополушарному сдвигу УПП соответствует более медленное выполнение задания. Среди детей 10–11 лет в условиях начальной тестирующей тренировки концентрации внимания были выделены две группы детей, различающиеся по реактивности функциональной межполушарной асимметрии. Реактивность функциональной асимметрии оценивалась по межполушарной разности УПП головного мозга в процессе обучения быстрому чтению. Первоначальное нарастание УПП было выше у детей с преобладанием активности в левом полушарии, однако в результате обучения быстрому чтению эта группа оказалась менее успешной по критерию скорости чтения, чем группа с изначальным преобладанием УПП в правом полушарии [32, 35].

В других исследованиях этих же авторов представлен анализ межполушарных различий при нормальном старении и болезни Альцгеймера. Отмечается, что межполушарные различия энергетического обмена в целом уменьшаются, а интериндивидуальная вариабельность этих показателей увеличивается. Также определено, что снижается рост церебральных энергетических процессов при выполнении тестов на слухоречевую память и уменьшается роль левого полушария в обеспечении этих процессов. При болезни Альцгеймера вариабельность межполушарных различий увеличена в сравнении с возрастной нормой [32].

В исследовании И. С. Депутат и А. В. Грибанова на основе анализа УПП выявлено, что межполушарное взаимодействие у жителей Севера пожилого возраста изменено в сравнении с нормативными данными, что выражается в повышении индивидуальной вариабельности показателей межполушарных различий как в группе мужчин, так и в группе женщин. Отмечено сглаживание межполушарной асимметрии у мужчин-северян в лобных, а у женщин-северян в центральных отведениях и правополушарное доминирование в центральных отведениях у мужчин. В обеих группах наблюдается левополушарное доминирование в теменных отведениях и в лобных у женщин [12].

Таким образом, анализируя современные данные научной литературы, можно сделать вывод о том, что характеристики УПП, как интегральные показатели энергетического состояния головного мозга, не только отражают нейрофизиологические механизмы стационарного назначения, но и связаны с комплексом биохимических и иммунологических параметров, характеризующих функциональное состояние адаптивных систем организма в целом. Это позволяет использовать анализ распределения УПП для решения широкого спектра задач как для установления взаимосвязи функциональной активности организма с энергетическим метаболизмом головного мозга, так и для практической разработки новых методов диагностики различных состояний.

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 и при поддержке Гранта Президента РФ (№ 14.У30.14.2785-МК).

Список литературы

1. Аладжалова Н. А. Психофизиологические аспекты сверхмедленной ритмической активности мозга. М. : Наука, 1979. 214 с.
2. Аракелян А. С., Долецкий А. Н. Изменение уровня постоянного биоэлектрического потенциала мозга при эмоциональных и физических нагрузках // Тезисы докладов XXII съезда Физиологического общества имени И. П. Павлова. Волгоград : Изд-во ВолгГМУ, 2013. С. 33.
3. Боицова Ю. А. Сравнительное исследование количественных характеристик ЭЭГ и сверхмедленной активности мозга человека в диапазоне секундных колебаний : автореф. дис. ... канд. биол. наук, Санкт-Петербург, 2007. 17 с.
4. Бедерева Н. С., Гезалова Н. В., Шилов С. Н. Особенности нейрометаболических реакций и активационных процессов коры головного мозга у младших школьников с различными темпераментными характеристиками в условиях школьных нагрузок // Сибирский вестник специального образования. 2013. № 1 (9). С. 25–37.
5. Борисова Ю. В., Шмырев В. И., Витько Н. К. и др. Современные методы диагностики легких и умеренных когнитивных расстройств различного генеза // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2010. Вып. 4 (Неврология). С. 7–11.
6. Ващенко А. С., Павлов А. С. Оценка устойчивых постоянных потенциалов головного мозга в контроле за уровнем функциональной готовности спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Спорт и медицина. Сочи-2013», 19–22 июня 2013 года / под. общ. ред. М. П. Бердниковой, С. Е. Павлова. Сочи, 2013. 365 с.
7. Илюхина В. А. Психофизиология функциональных состояний и познавательной деятельности здорового и больного человека. СПб. : Н-Л, 2010. 368 с.
8. Галкина Н. С., Боровова А. И. Сравнительное изучение межполушарной асимметрии, уровня постоянного потенциала головного мозга в раннем подростковом возрасте // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Структурно-функциональные и нейрохимические закономерности асимметрии и пластичности мозга — 2006». Москва, 26–27 октября 2006 г. М., 2006. С. 73–76.
9. Городенский Н. Г. Исследование уровня энергозатрат головного мозга в дифференциальной диагностике отклоняющегося развития // Материалы Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов». Москва. Вып. 5. М. : Изд-во МГУ, 2000. 390 с.
10. Грибанов А. В. Дефицит внимания с гиперактивностью у детей: результаты исследований на Севере России // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия «Естественные науки». 2012. № 1. С. 58–64.
11. Грибанов А. В., Депутат И. С. Распределение уровня постоянных потенциалов головного мозга у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью при различном уровне интеллекта // Вестник Поморского университета. Серия «Естественные и точные науки». 2008. № 1. С. 4–9.
12. Депутат И. С. Характеристика межполушарной асимметрии у пожилых жителей циркумполярного региона // Экология человека. 2014. № 9. С. 42–47.
13. Каменская О. В., Левичева Е. Н., Логинова И. Ю. и др. Патологические аспекты энергетического обмена головного мозга при сочетании системного атеросклероза и сахарного диабета 2-го типа // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2012. № 5 (1). С. 60–63.
14. Кирсанов В. М. Динамика энергетического потенциала мозга в условиях использования активных форм обучения // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. 2011. № 7 (77). С. 85–92.
15. Клименко Л. Л., Турна А. А., Савостина М. С., Баскаков И. С. Уровень постоянного потенциала головного мозга при ишемическом инсульте // Труды 9-го Международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии». Судак, Крым, Украина, 3–13 июня 2013 г. / под ред. Е. В. Лосевой, А. В. Крючковой, Н. А. Логиновой. М. : МАКС Пресс, 2013. С. 385.
16. Князева И. В., Соколова Л. П., Шмырев В. И. и др. Адаптационные возможности поддержания гомеостаза у пациентов с когнитивными расстройствами на фоне психовегетативного синдрома // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 10. С. 165.
17. Миронов Н. П., Соколова Л. П., Борисова Ю. В. Нейроэнергокартирование. Оценка функционального состояния мозга при когнитивных нарушениях различной этиологии // Вестник МЕДСИ, 2010. № 8. С. 32–37.
18. Очерки психофизиологии детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью : монография / А. В. Грибанов (отв. ред.) [и др.] ; Поморский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. Архангельск : Поморский университет, 2009. 242 с.
19. Пащенко А. В., Гудков А. Б., Волосевич А. И. Реакция срединных структур головного мозга на локальное охлаждение по данным ЭЭГ // Экология человека. 2001. № 4. С. 43–45.
20. Подолекин А. Н., Грибанов А. В., Аникина Н. Ю. Изменения уровня постоянных потенциалов головного мозга у студентов-северян при локальном охлаждении // Труды 9-го Международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии». Судак, Крым, Украина, 3–13 июня 2013 г. / под ред. Е. В. Лосевой, А. В. Крючковой, Н. А. Логиновой. М. : МАКС Пресс, 2013. С. 261.
21. Подолекин А. Н. Энергетическое состояние головного мозга у подростков-северян при употреблении психоактивных веществ : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2009. 19 с.
22. Подолекина М. А. Энергетическое состояние головного мозга при нарушении ритма сердца у детей младшего школьного возраста : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Архангельск, 2005. 18 с.
23. Пономарёва Н. В. Клиническое применение метода анализа уровня постоянных потенциалов головного мозга // Современное состояние методов неинвазивной диагностики в медицине. 1996. С. 37–40.
24. Пономарева Н. В., Фокин В. Ф., Орлов О. А., Селезнева Н. Д., Павлова О. А. Стресс и нарушение психофизиологического состояния человека при старении // Материалы 14-й Международной конференции по нейрокибернетике «Проблемы нейрокибернетики». Ростов-на-Дону, 2005. Т. 1. С. 207–208.
25. Разыграев И. И., Клопов В. И., Городенский Н. Г.,

Лобков Д. А., Орлова В. А., Пономарева Н. В., Фокин В. Ф. Изменение межполушарной асимметрии у больных с нервно-психической патологией под влиянием гипервентиляции // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Структурно-функциональные, нейрохимические и иммунохимические закономерности асимметрии и пластичности мозга». М., 2007. С. 526–529.

26. Скедина М. А., Ковалева А. А. Динамика энергетического состояния головного мозга у пациентов с артериальной гипертонией и нейроциркуляторной дистонией в ходе лечения // Труды 9-го Международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии». Судак, Крым, Украина, 3–13 июня 2013 г. / под ред. Е. В. Лосевой, А. В. Крючковой, Н. А. Логиновой. М. : МАКС Пресс, 2013. С. 299.

27. Соколова Л. П. Сопоставление нейропсихологических особенностей и локального нейрометаболизма мозга у пациентов с додементными когнитивными расстройствами (ДКР) на фоне хронической недостаточности кровоснабжения мозга // Международный журнал экспериментального образования. 2011. № 6. С. 29.

28. Союстова Е. Л., Клименко Л. Л., Деев А. И., Фокин В. Ф. Изменение энергетического метаболизма мозга у старших возрастных групп при патологии щитовидной железы // Клиническая геронтология. 2008. Т. 14, № 7, С. 51–56.

29. Стаканова О. Г. Сверхмедленные физиологические процессы в оценке физиологического статуса человека : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2004. 23 с.

30. Старцева Л. Ф. Распределение постоянных потенциалов головного мозга в различные фазы овариально-менструального цикла у студенток : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2007. 18 с.

31. Фокин В. Ф., Пономарева Н. В. Энергетическая физиология мозга. М. : Антидор, 2003. 288 с.

32. Фокин В. Ф. Энергетический аспект деятельности головного мозга при нормальном старении и болезни Альцгеймера // Вестник РАМН. 1994. № 1 С. 39–41.

33. Филиппов И. В., Кребс А. А., Пугачев К. С. Модулирующие влияния стволовых ядер на сверхмедленную биоэлектрическую активность первичной слуховой коры головного мозга // Сенсорные системы. 2007. Т. 21, № 3. С. 237–245.

34. Шаяхметова Э. Ш., Муфтахина Р. М. Исследование динамики показателей энергообмена головного мозга у единоборцев в ходе тренировочных и соревновательных нагрузок // Успехи современного естествознания. 2013. № 11. С. 83–86.

35. Шимко И. А., Фокин В. Ф. Функциональная межполушарная асимметрия уровня постоянного потенциала головного мозга в условиях тренировки концентрации внимания у детей 10–11 лет // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Структурно-функциональные и нейрохимические закономерности асимметрии и пластичности мозга — 2006». М., 2006. С. 367–368.

36. Шмырев В. И., Витько Н. К. Нейроэнергокартирование (НЭК) — высокоинформативный метод оценки функционального состояния мозга : методические рекомендации. М., 2010. 21 с.

37. Bauer H. Technical requirements for high quality scalp DC recordings // Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 1989. N 72 (6). P. 545–547.

38. Bradbury M. The concept of a Blood-Brain Barrier. N. Y., 1983. 479 p.

39. Bohnen N. I., Koeppe R. A., Minoshima S., Giordani B., Albin R. L., Frey K. A., & Kuhl D. E. Cerebral glucose metabolic features of Parkinson disease and incident dementia : longitudinal study // Soc. Nucl. Med. 2011. N 52 (6). P. 848–855.

40. Borghammer P., Hansen S. B., Eggers C., Chakravarty M., Vang K., Aanerud J., Hilker R. et al. Glucose metabolism in small subcortical structures in Parkinson's disease // Acta Neurol. Scandinavica. 2011. P. 1–8.

41. Curry S. H., Pleydell Pearse C. Use of DC recording in the demonstration of functional specialization // J. Med. Eng. Technol. 1995. N 19 (2–3). P. 42–51.

42. Devrim M., Demiralp T., Kurt A., Yucesir I. Slow cortical potential shifts modulate the sensory threshold in human visual system // Neurosci Lett. 1999. Vol. 270, N 1. P. 17–20.

43. Filippov I. V. Very slow brain potential fluctuations (<0.5 Hz) in visual thalamus and striate cortex after their successive electrical stimulation // Brain Res. 2005. Vol. 1066. P. 179–186.

44. Haschke W., Speckmann E.-J. Slow Potential Changes in the Brain // Springer Science+Business Media New York, 1993. 294 p.

45. Khader P. Slow Brain Potentials Reveal the Neural Dynamics of Cognitive Functions. URL: <https://www.mendeley.com/profiles/patrick-khader/> (дата обращения 04.06.2015).

46. Kubler A., Schmidt K., Cohen L. G., Lotze M., Winter S., Hinterberger T., Birbaumer N. Modulation of slow cortical potentials by transcranial magnetic stimulation in humans // Neurosci Lett. 2002. Vol. 324, N 3. P. 205–208.

47. Marshall L., Mölle M., Fehm H. L., Born J. Scalp recorded direct current brain potentials during human sleep // European Journal of Neuroscience. 1998. Vol. 10, iss. 3. P. 1167–1178.

48. McCallum W. C., Pleydell-Pearce C. W. Brain slow potential changes associated with visual monitoring tasks. In W. C. McCallum & S. H. Curry (Eds.) // Slow Potential Changes in the Human Brain. New York : Plenum Press. 1993. P. 165–189.

49. Murik S. The use of DC/EEG to estimate functional and metabolic state of nervous tissue of the brain at hyper- and hypoventilation // World Journal of Neuroscience. 2012. N 2. P. 172–182.

50. Speckmann E.-J., Elger C. E., Gorji. A. Neurophysiological Basis of EEG and DC Potential. In Donald L. Schomer and Fernando Lopes da Silva (Eds.) // Niedermeyer's Electroencephalography, 6th edition Lippincott Williams & Wilkins, 2011. P. 17–31.

51. Trimmel M., Strässler F., Knerer K. Brain DC potential changes of computerized tasks and paper/pencil tasks // Int. J. Psychophysiol. 2001. N Apr. 40 (3). P. 187–194.

References

1. Aladzhilova N. A. *Psihofiziologicheskie aspekty sverhmedlennoj ritmicheskoi aktivnosti mozga* [Psychophysiological aspects of infraslow rhythmic activity in the brain]. Moscow, Nauka Publ., 1979. 214 p.

2. Arakeljan A. S., Doleckij A. N. *Izmenenie urovnya postojannogo bioelektricheskogo potenciala mozga pri jemocional'nyh i fizicheskikh nagruzkah* [Changes in the level of permanent bioelectrical brain under emotional and physical stress]. In: *Tezisy dokladov XXII sjezda Fiziologicheskogo obshhestva imeni I. P. Pavlova* [Proceedings of XXII Congress of Physiological Society named I.P. Pavlov]. Volgograd, 2013, p. 33.

3. Boicova Ju. A. *Sravnitel'noe issledovanie kolichestvennykh karakteristik JeJeG i sverhmedlennoj aktivnosti mozga cheloveka v diapazone sekundnykh kolebanij. Avtoref. kand. dis.* [A comparative study of EEG and quantitative characteristics infraslow activity of the human brain in the range of a moment's hesitation. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Saint Petersburg, 2007, 17 p.
4. Bedereva N. S., Gezalova N. V., Shilov S. N. Peculiarities of neurometabolic reactions and activation processes of the cerebral cortex in primary school children with various temperamental characteristics in terms of school loads. *Sibirskii vestnik special'nogo obrazovaniia* [Siberian bulletin of special education]. 2013, 1 (9), pp. 25-37. [in Russian]
5. Borisova Yu. V., Shmyrev V. I., Vit'ko N. K. Modern methods of lung diagnostics and mild cognitive disorders of different genesis. *Kremlevskaia meditsina. Klinicheskii vestnik Vyp. 4 (Nevrologiia)* [Kremlin medicine. Clinical bulletin, issue 4 (Neurology)]. 2010, pp. 7-11. [in Russian]
6. Vashhenko A. S., Pavlov A. S. Ocenka ustojchivyykh postojannykh potencialov golovnogo mozga v kontrole za urovнем funktsional'noy gotovnosti sportsmenov k trenirovochnoy i sorevnovatel'noy dejatel'nosti [Evaluation of sustainable permanent brain potentials in monitoring the level of operational readiness of athletes for training and competitive activity]. In: *Materialy IV-j Vseross. nauch.-prakt. konferencii «Sport i medicina. Sochi-2013», 19-22 iyunja 2013 goda* [Proceedings of IV All-Russian Science and practice Conference «Sport and medicine. Sochi 2013», 19-22 June 2013]. Sochi, 2013. 365 p.
7. Iljuhina V. A. *Psihofiziologija funktsional'nykh sostojanij i poznavatel'noy dejatel'nosti zdorovogo i bol'nogo cheloveka* [Psychophysiology functional states and cognitive activity of healthy and ill person]. Saint Petersburg, 2010, 368 p.
8. Galkina N. S., Boravova A. I. Sravnitel'noe izuchenie mezhpolutsharnoy asimmetrii, urovnja postojannogo potenciala golovnogo mozga v rannem podrostkovom vozraste [Comparative study of hemispheric asymmetry, the constant potential level of the brain in early adolescence. Structurally functional and neurochemical asymmetry patterns and brain plasticity]. In: *Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem Struktarno-funktsional'nye i nejrohimiicheskie zakonomernosti asimmetrii i plastichnosti mozga - 2006. Moskva, 26-27 oktjabrja 2006 goda* [Proceedings of All-Russian Conference with international participation «Structural and functional, neurochemical and immunochemical patterns of asymmetry and brain plasticity - 2006»]. Moscow, 2006, pp. 73-76.
9. Gorodenskij N. G. Issledovanie urovnja jenergozatrata golovnogo mozga v differentsial'noj diagnostike otklonjajushhegosja razvitiya [The study level energy consumption of the brain in the differential diagnosis of abnormal development]. In: *Materialy Mezhdunarodnoj konferencii studentov i aspirantov po fundamental'nykh naukam «Lomonosov». Vyp. 5* [Proceedings of International Conference students and post-graduate students on fundamental sciences "Lomonosov". Iss. 5]. Moscow, 2000. 390 p.
10. Gribov A. V. Attention deficit hyperactivity disorder in children: results of research in the North of Russia. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya «Estestvennye nauki»* [Bulletin of North (Arctic) Federal University. Series «Natural sciences»]. 2012, 1, pp. 58-64. [in Russian]
11. Gribov A. V., Deputat I. S. Allocation level of permanent brain potentials in children with attention deficit hyperactivity disorder and at different levels of intelligence. *Vestnik Pomorskogo universiteta. Seriya «Estestvennye i tochnye nauki»* [Bulletin of North (Arctic) Federal University. Series «Natural and exact sciences»]. 2008, 1, pp. 4-9. [in Russian]
12. Deputat I. S. Characteristics of asymmetry in elderly residents of the circumpolar region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 9, pp. 42-47. [in Russian]
13. Kamenskaia O. V., Levicheva E. N., Loginova I. Yu. i dr. The pathophysiological aspects of the energy metabolism of the brain with a combination of systemic atherosclerosis and type 2 diabetes. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya hirurgiya*. [Cardiology and Cardiovascular Surgery]. 2012, 5 (1), pp. 60-63. [in Russian]
14. Kirsanov V. M. The dynamics of the energy potential of the brain in terms of use of active forms of learning. *Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta* [Scientific notes of Institute named P. F. Lesgaft]. 2011, 7 (77), pp. 85-92. [in Russian]
15. Klimenko L. L., Turna A. A., Savostina M. S., Baskakov I. S. Uroven' postojannogo potenciala golovnogo mozga pri ishemicheskom insulte [The level of the constant potential of the brain in ischemic stroke]. In: *Trudy 9-go Mezhdunarodnogo mezhdistsiplinarnogo kongressa «Neironauka dlya meditsiny i psikhologii». Sudak, Krym, Ukraina, 3-13 iyunya 2013 g.* [Proceedings of IX International interdisciplinary congress «Neuroscience for medicine and psychology» Sudak, Crimea, Ukraine, 3-13 June 2013]. Sudak, 2013, p. 385.
16. Knjazeva I. V., Sokolova L. P., Shmyrev V. I. Adaptive possibilities of maintaining homeostasis in patients with cognitive impairment in the background of psychovegetative syndrome. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanij* [International Journal of Applied and Fundamental Research]. 2014, 10, p. 165. [in Russian]
17. Mironov N. P., Sokolova L. P., Borisova Ju. V. Neyroenergokartirovanie. Evaluation of the functional state of the brain under cognitive disorders of different etiologies. *Vestnik MEDSI* [Bulletin of MEDSI]. 2010, 8, pp. 32-37. [in Russian]
18. Ocherki psihofiziologii detej s sindromom deficita vnimanija s giperaktivnost'ju [Essays in psychophysiology of children with deficit of attention hyperactivity disorder]. Ed. Gribov A. V. Arkhangelsk, 2009, 242 p.
19. Pashhenko A. V., Gudkov A. B., Volosevich A. I. Reaction of medial brain structures to local cooling according to EEG data. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2001, 4, pp. 43-45. [in Russian]
20. Podoplekin A. N., Gribov A. V., Anikina N. Ju. Izmenenija urovnja postojannykh potencialov golovnogo mozga u studentov-severjan pri lokal'nom ohlazhdenii [Changes in permanent brain potentials in students northerners during local cooling]. In: *Trudy 9-go Mezhdunarodnogo mezhdistsiplinarnogo kongressa «Neironauka dlya meditsiny i psikhologii». Sudak, Krym, Ukraina, 3-13 iyunya 2013 g.* [Proceedings of IX International interdisciplinary congress «Neuroscience for medicine and psychology» Sudak, Crimea, Ukraine, 3-13 June 2013]. Sudak, 2013, p. 261.
21. Podoplekin A. N. *Energeticheskoe sostoyanie golovnogo mozga u podrostkov-severyan pri upotreblenii psihoaktivnykh veshhestv. Avtoref. kand. dis.* [Energy state of the brain in adolescents northerners in the use of psychoactive substances. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Arkhangelsk, 2009, 19 p.

22. Podoplokina M. A. *Energeticheskoe sostoyanie golovnogogo mozga pri narushenii ritma serdca u detey mladshogo shkol'nogo vozrasta. Avtoref. kand. dis.* [Energy state of the brain during cardiac rhythm disorders in children of primary school age. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Arkhangelsk, 2005, 18 p.
23. Ponomareva N. V. Klinicheskoe primeneniye metoda analiza urovnya postoyannykh potentsialov golovnogogo mozga [Clinical application of the method of analysis of the level of permanent brain potentials]. In: *Sovremennoe sostoyanie metodov neinvazivnoy diagnostiki v medicine* [The current state of non-invasive diagnostic methods in medicine]. 1996, pp. 37-40.
24. Ponomareva N. V., Fokin V. F., Orlov O. A., Selezneva N. D., Pavlova O. A. Stress i narusheniye psihofiziologicheskogo sostoyaniya cheloveka pri starenii [Stress and Infraction human psychophysiological state during aging]. In: *Materialy 14-oj Mezhdunarodnoy konferencii po neirokibernetike "Problemy neirokibernetiki. Rostov-na-Donu, 2005* [Proceedings of 14 International Conference on neurocybernetics "Problems Neurocybernetics ». Rostov-on-Don, 2005]. 2005, vol. 1, pp. 207-208.
25. Razygraev I. I., Klopov V. I., Gorodenskiy N. G., Lobkov D. A., Orlova V. A., Ponomareva N. V., Fokin V. F. Izmeneniye mezhpolutsharnoy asimmetrii u bol'nykh s nervno-psihicheskoy patologiej pod vliyaniem giperventilatsii [Change of hemispheric asymmetry in patients with neuro-psychological disorders under the influence of hyperventilation]. In: *Materialy Vserossiiskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem "Strukturno-funkcional'nye, neirohimicheskie i immunohimicheskie zakonomernosti asimmetrii i plastichnosti mozga"* [Proceedings of All-Russian Conference with international participation « Structural and functional, neurochemical and immunochemical patterns of asymmetry and brain plasticity»]. Moscow, 2007, pp. 526-529.
26. Skedina M. A., Kovaleva A. A. Dinamika jenergeticheskogo sostoyaniya golovnogogo mozga u pacientov s arterial'noj gipertoniej i neirocirkuljatornoj distoniej v hode lecheniya [The dynamics of the energy state of the brain in patients with hypertension and dystonia neurocirculatory during treatment]. In: *Trudy 9-go Mezhdunarodnogo mezhdistsiplinarnogo kongressa «Neironauka dlya meditsiny i psikhologii». Sudak, Krym, Ukraina, 3-13 iyunya 2013 g.* [Proceedings of IX International interdisciplinary congress «Neuroscience for medicine and psychology» Sudak, Crimea, Ukraine, 3-13 June 2013]. Sudak, 2013, p. 299.
27. Sokolova L. P. Comparison of neuropsychological features and local neyrometabolizma brain in patients with cognitive impairment dodemntnymi (VDCs) on the background of chronic insufficient blood supply to the brain. *Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovaniya* [International journal of experimental education]. 2011, 6, p. 29. [in Russian]
28. Sojustova E. L., Klimentko L. L., Deev A. I., Fokin V. F. Changes in brain energy metabolism in older age groups under thyroid gland pathology. *Klinicheskaya gerontologiya* [Clinical Gerontology]. 2008, 14 (7), pp. 51-56. [in Russian]
29. Stakanova O. G. *Sverhmedlennye fiziologicheskie processy v ocenke fiziologicheskogo statusa cheloveka. Avtoref. kand. dis.* [Infraslow physiological processes in assessing the physiological status of the person. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Krasnodar, 2004, 23 p.
30. Starceva L. F. *Raspredeleniye postojannykh potencialov golovnogogo mozga v razlichnyye fazy ovarial'no-menstrual'nogo cikla u studentok severnogo vuza. Avtoref. kand. dis.* [Allocation of constant potentials of the brain in different phases of ovarian-menstrual cycle in students of northern high school. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Arkhangelsk, 2007, 18 p.
31. Fokin V. F., Ponomareva N. V. *Energeticheskaya fiziologiya mozga* [Energy physiology of the brain]. Moscow, 2003, 288 p.
32. Fokin V. F. The energy aspect of the brain in normal aging and Alzheimer's disease. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskih Nauk* [Bulletin of Russian Academy of Medical Sciences]. 1994, 1, pp. 39-41. [in Russian]
33. Filippov I. V., Krebs A. A., Pugachev K. S. The modulating effect of stem nuclei at infraslow bioelectric activity of the primary auditory cortex. *Sensornye sistemy*. [Sensory system]. 2007, 21 (3), pp. 237-245. [in Russian]
34. Shaahmetova Ye. Sh., Muftahina R. M. Study of the dynamics of energy performance of the brain in single combat during training and competition loads. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances of modern natural science]. 2013, 11, pp. 83-86. [in Russian]
35. Shimko I. A., Fokin V. F. Funkcional'naya mezhpolutsharnaya asimmetriya urovnya postoiannogo potenciala golovnogogo mozga v usloviyah trenirovki koncentracii vnimaniya u detey 10-11 let [Functional hemispheric asymmetry level of constant potential brain training under focus in children 10-11 years]. In: *Materialy Vserossiiskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem "Strukturno-funkcional'nye i neirohimicheskie zakonomernosti asimmetrii i plastichnosti mozga - 2006"* [Proceedings of All-Russian Conference with international participation « Structural and functional, neurochemical and immunochemical patterns of asymmetry and brain plasticity - 2006»]. Moscow, 2006, pp. 367-368.
36. Shmyrev V. I., Vit'ko N. K. *Neirojenergokartirovaniye (NEK) - vysokoinformativnyj metod ocenki funkcional'nogo sostoyaniya mozga. Metodicheskie rekomendatsii* [Neyroenergokartirovaniye (NEC) - a highly informative method of assessing the functional state of the brain. Guidelines]. Moscow, 2010, 21 p.
37. Bauer H. Technical requirements for high quality scalp DC recordings. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 1989, 72 (6), pp. 545-547.
38. Bradbury M. *The concept of a Blood-Brain Barrier*. N. Y., 1983, 479 p.
39. Bohnen N. I., Koeppe R. a., Minoshima S., Giordani B., Albin R. L., Frey K. a., & Kuhl D. E. Cerebral glucose metabolic features of Parkinson disease and incident dementia: longitudinal study. *Soc. Nucl. Med.* 2011, 52 (6), pp. 848-855.
40. Borghammer P., Hansen S. B., Eggers C., Chakravarty M., Vang K., Aanerud J., Hilker R. et al. Glucose metabolism in small subcortical structures in Parkinson's disease. *Acta Neurol. Scandinavica*. 2011, pp. 1-8.
41. Curry S. H., Pleydell Pearce C. Use of DC recording in the demonstration of functional specialization. *J. Med. Eng. Technol.* 1995, 19 (2-3), pp. 42-51.
42. Devrim M., Demiralp T., Kurt A., Yucesir I. Slow cortical potential shifts modulate the sensory threshold in human visual system. *Neurosci Lett.* 1999, 270 (1), pp. 17-20.
43. Filippov I. V. Very slow brain potential fluctuations (<0.5 Hz) in visual thalamus and striate cortex after their successive electrical stimulation. *Brain Res.* 2005, 1066, pp. 179-186.
44. Haschke W., Speckmann E.-J. Slow Potential Changes in the Brain. *Springer Science+Business Media New York*, 1993, 294 p.
45. Khader P. Slow Brain Potentials Reveal the Neural Dynamics of Cognitive Functions. Available at: <https://www.mendeley.com/profiles/patrick-khader/> (accessed 04.062015).

46. Kubler A., Schmidt K., Cohen L. G., Lotze M., Winter S., Hinterberger T., Birbaumer N. Modulation of slow cortical potentials by transcranial magnetic stimulation in humans. *Neurosci Lett.* 2002, 324 (3), pp. 205-208.
47. Marshall L., Mölle M., Fehm H. L., Born J. Scalp recorded direct current brain potentials during human sleep. *European Journal of Neuroscience.* 1998, 10, iss. 3, pp. 1167-1178.
48. McCallum W. C., Pleydell-Pearce C. W. Brain slow potential changes associated with visual monitoring tasks. In: W. C. McCallum & S. H. Curry (Eds.) *Slow Potential Changes in the Human Brain*. New York, Plenum Press, 1993, pp. 165-189.
49. Murik S. The use of DC/EEG to estimate functional and metabolic state of nervous tissue of the brain at hyper- and hypoventilation. *World Journal of Neuroscience.* 2012, 2, pp. 172182.
50. Speckmann E.-J., Elger C. E., Gorji. A. Neurophysiological Basis of EEG and DC Potential. In: Donald L. Schomer and Fernando Lopes da Silva (Eds.). *Niedermeyer's Electroencephalography, 6th edition* Lippincott Williams & Wilkins, 2011, pp. 17-31.
51. Trimmel M., Strässler F., Knerer K. Brain DC potential changes of computerized tasks and paper/pencil tasks. *Int J. Psychophysiol.* 2001, Apr. 40 (3), pp. 187-194.

Контактная информация:

Депутат Ирина Сергеевна — кандидат биологических наук, доцент, заведующая лабораторией прикладной психофизиологии института медико-биологических исследований ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова» Министерства образования и науки Российской Федерации

Адрес: 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3

Тел. (8182) 24-09-06

E-mail: imbi@narfu.ru