

УДК 612.821.3:159.922

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСТОЯННОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОЛОВНОГО МОЗГА В ДИАГНОСТИКЕ СДВГ У ДЕТЕЙ

^{1,2}Грибанов А.В., ^{1,2}Панков М.Н., ^{1,2}Депутат И.С., ¹Кожевникова И.С.,
¹Багрецова Т.В., ¹Иконникова И.В.

¹ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»,
Архангельск, e-mail: m.pankov@narfu.ru;

²Северный государственный медицинский университет, Архангельск

Цель данной обзорной статьи – провести оценку возможностей использования церебральных показателей распределения постоянного потенциала в диагностике синдрома дефицита внимания и гиперактивности как одного из распространенных поведенческих нарушений. В работе представлены результаты применения метода распределения уровня постоянного потенциала в диагностике функционального состояния детей с СДВГ и сопутствующими нарушениями: при различном уровне интеллекта, во взаимосвязи с показателями функции равновесия, при употреблении психоактивных веществ, у высокотревожных детей, а также со слабой эмоциональной регуляцией и с повышенной агрессивностью. Необходимость применения данного нейрофизиологического метода в диагностике подтверждают научные результаты, характеризующие сдвиги постоянных потенциалов мозга у детей при различных поведенческих нарушениях. Показано, что характеристики уровня постоянного потенциала не только отражают энергетические затраты в различных зонах мозга, позволяя определить степень физиологической активности различных мозговых образований, но и связаны с комплексом биохимических и иммунологических параметров, характеризующих функциональное состояние адаптивных систем организма ребенка с нарушением внимания и произвольности, эмоциональными и поведенческими нарушениями. Представленные данные свидетельствуют о возможности использования показателей распределения уровня постоянного потенциала для решения диагностических задач при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью и других поведенческих нарушениях.

Ключевые слова: синдром дефицита внимания с гиперактивностью, дети, уровень постоянного потенциала, энергетический метаболизм головного мозга

RESEARCH OF DC-POTENTIAL OF THE BRAIN IN THE DIAGNOSTICS OF ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER IN CHILDREN

^{1,2}Gribanov A.V., ^{1,2}Pankov M.N., ^{1,2}Deputat I.S., ¹Kozhevnikova I.S.,
¹Bagretsova T.V., ¹Ikonnikova I.V.

¹Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, e-mail: m.pankov@narfu.ru;

²Northern State Medical University, Arkhangelsk

The purpose of this review article is to assess the possibilities of using indicators of the distribution of the DC-potential of the brain in the diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder, as one of the common behavioral disorders. The paper presents the results of applying the method of distributing the level of DC-potential in diagnosing the functional state of children with ADHD and related disorders: at different levels of intelligence, in conjunction with indicators of the balance function, when using psychoactive substances, in children with emotional instability, with high levels of anxiety and aggressive. The diagnostic value of this electrophysiological method is confirmed by significant differences in a number of characteristics of the DC-potential of the brain in children with different behavioral disorders presented in scientific studies. It is shown that the characteristics of the DC-potential level not only reflect the neurophysiological mechanisms of stationary destination, but are also associated with a complex of biochemical and immunological parameters characterizing the functional state of the adaptive systems of a child's body with hyperactivity, emotional and behavioral disorders. The presented data suggest the possibility of using indicators of the distribution of the level of DC-potential for solving diagnostic problems in attention deficit hyperactivity disorder and other behavioral disorders.

Keywords: attention deficit hyperactivity disorder, children, level of DC-potential, energy metabolism of the brain

Известно, что, несмотря на гибкость и пластичность психики ребенка, число детей с психопатологическими состояниями постоянно растет. Как следствие, это может приводить к возникновению школьных трудностей и дезадаптации ребенка, проявляющейся в несформированности когнитивных функций, трудностям произвольной регуляции, невозможности исполнять школьные правила [1, 2].

Среди патологических состояний, влияющих на возникновение и развитие школь-

ной дезадаптации, специалисты выделяют синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ), при этом существует мнение о том, что СДВГ может выступать одной из основных причин нарушений поведения и трудностей обучения в дошкольном и школьном возрасте [3–5].

При установке диагноза СДВГ специалисты первоначально обращают внимание на три основных симптома: импульсивное поведение, нарушение внимания и гиперактивность. Помимо этого, оцениваются

особенности социального взаимодействия с целью профилактики девиантного и делинквентного поведения, так как у детей с СДВГ присутствует риск ранней алкоголизации и курения, склонность к асоциальному поведению, риск травм и самоповреждений. Проводится работа с социальным окружением ребенка, так как от проявлений СДВГ страдает и семейное и школьное окружение ребенка. Следует также оценить риски коморбидных психических расстройств [6–8].

В настоящее время, как с точки зрения нейрофизиологии, так и в психологическом подходе, в качестве первично нарушенного звена при СДВГ рассматривается нарушение процесса внимания, выраженное в трудности или невозможности удержания внимания на объекте в течение необходимого времени. В сочетании с импульсивностью двигательных и речевых реакций это приводит к трудностям в выработке новых поведенческих навыков и к неустойчивости уже имеющихся. Дети с синдромом не могут выполнять учебные задания в течение длительного времени, при увеличении скорости страдает качество исполнения, а излишняя эмоциональная лабильность приводит к стойкому снижению мотивации. Как следствие, формируются реакции избегания деятельности и страх перед трудностями.

Вероятно, имеется связь между поведенческими реакциями и когнитивными трудностями при СДВГ, с одной стороны, и конституциональной предрасположенностью нейроанатомической природы, с другой. Эта предрасположенность обуславливает снижение способности поддерживать внимание на необходимом уровне и низкий тормозящий контроль.

Научный подход к изучению проявлений СДВГ у детей с точки зрения нейро- и психофизиологии обязан учитывать смешанный и неоднозначный характер причин и проявлений данного синдрома, поэтому одним из основных направлений в исследовании этого синдрома является изучение морфофункциональных характеристик мозга [9–11].

Целью данной обзорной статьи является проведение оценки возможностей использования показателей распределения постоянного потенциала головного мозга в диагностике СДВГ, как одного из распространенных поведенческих нарушений.

Основой, обеспечивающей высокопродуктивную работу головного мозга и, как следствие, эффективность психической деятельности, может являться энергетическое состояние мозга. Церебральный энергообмен усиливается при повышении

функциональной активности мозга: нарастает потребление глюкозы, увеличивается мозговой кровоток. Энергетические процессы головного мозга характеризуют как его функциональное состояние, так и физиологическую активность, а сложность взаимодействия процессов активности нейронов и их энергообеспечения подчеркивает необходимость исследований взаимосвязи между этими процессами.

В настоящее время существует многообразие методов определения церебрального энергетического обмена и нейровизуализации биохимических процессов в мозге, но, несмотря на эффективность, они зачастую трудоемки, дорогостоящи и не всегда безопасны в обследовании детей.

Перспективным направлением в изучении функционального состояния ЦНС, является метод нейроэнергокартирования. Этот метод предполагает биохимическую нейровизуализацию и оценку интенсивности церебрального энергетического метаболизма головного мозга с помощью неинвазивной регистрации и анализа сдвига уровня постоянного потенциала (УПП) мозга [12–14].

Метод позволяет определить состояние утилизации глюкозы мозгом: аэробного катаболизма и анаэробного гликолиза, катаболизма кетоновых тел, аминокислот, а постоянные потенциалы косвенно отображают мембранные потенциалы гематоэнцефалического барьера, нейронов, глии. Полученные в результате исследования данные сравниваются с эталонными возрастными значениями, и повышение значений УПП в какой-либо области головного мозга отражает увеличение энергозатрат там же. Так, например, относительно повышенные значения УПП над доминантным полушарием соответствуют более интенсивной утилизации глюкозы [15–17].

Метод определения церебрального энергетического обмена отличается технологической доступностью и позволяет адекватно оценить интенсивность мозговых энергозатрат на основе оценки картины распределения УПП [18–20].

Оценка осуществляется с помощью топографического картирования, на основе отражения сверхмедленных физиологических процессов в милливольтном диапазоне, известных в литературе как «постоянный (устойчивый, квазиустойчивый) / стабильный потенциал», «DC-potential», «потенциал постоянного тока», «омега-потенциал». Сверхмедленный потенциал позволяет оценить энергетические затраты в различных зонах мозга и определить степень физиологической активности различных мозговых образований, в качестве звеньев, обеспечи-

вающих такие виды деятельности, как произвольность, готовность к действию, активация внимания и другие [21–23].

В настоящее время имеется ряд работ, в которых показатели энергетического обмена головного мозга выступают критерием в дифференциальной диагностике поведенческих и эмоциональных нарушений, задержек психического развития. Значимые отличия по целому ряду характеристик постоянного потенциала головного мозга у детей с различными вариантами поведенческих нарушений подтверждают диагностическую ценность данного нейрофизиологического метода [24–26].

Фактор энергетического состояния головного мозга может иметь основное влияние среди нейрофизиологических нарушений в патогенезе СДВГ. Это подтверждается результатами исследования взаимосвязи между особенностями работы лобных отделов мозга и энергообменом.

У детей с синдромом прежде всего изменяется энергетический обмен во фронтальных отделах головного мозга, происходит его снижение и уменьшение функциональных связей лобных отделов с прочими мозговыми структурами. Существенное снижение УПП в лобном отведении по сравнению с потенциалами в других точках регистрации говорит об уменьшении интенсивности здесь энергометаболизма и отрицательных изменениях в работе фронтальных структур.

Исходя из того, что фронтальные отделы мозга являются ключевыми звеньями в регуляции поведения и эмоций, а также отвечают за функцию программирования и контроля, обеспечивают процессы активации ЦНС, полученные данные вносят вклад в обоснование происхождения симптомокомплекса СДВГ.

Также происходит изменение межполушарных взаимоотношений, которое проявляется в отсутствии преобладания влияния одного из полушарий. Это что связано в основном с понижением УПП в правой височной области. При этом известно, что в обеспечении внимания в данный возрастной период развития функциональной межполушарной асимметрии в норме более реактивно правое полушарие. Следовательно, данные по межполушарной асимметрии энергозатрат мозга вносят вклад в обоснование симптома «нарушение внимания» при СДВГ.

В целом показана достаточно жесткая и непластичная структура связей отделов головного мозга: корреляционный анализ показателей распределения потенциалов по отделам мозга отражает существенное снижение функциональных связей между

различными зонами, что, в свою очередь, указывает на структурно-функциональную незрелость мозга. Также, нарастающее истощение функциональных резервов, характерное для детей с СДВГ, выражается в снижении у них суммарного показателя распределения постоянного потенциала головного мозга [27].

При СДВГ значительно изменяются взаимоотношения показателей распределения УПП и функции равновесия [27]. Так, при проведении факторного анализа было определено два изолированных фактора – «энергообеспечения», характеризующий энергообмен головного мозга и «устойчивости позы», характеризующий функциональное состояние системы равновесия.

О снижении функции равновесия в младшем школьном возрасте при СДВГ свидетельствует увеличение скоростного компонента перемещения и среднего радиуса отклонения общего центра масс (ОЦМ), среднего полупериода по латеральной и сагиттальной плоскостям. Проведение вертеброгенной пробы показало наиболее выраженные изменения устойчивости вертикальной позы, что, по мнению авторов, связано с изменением распределения уровня постоянного потенциала головного мозга. Причем изменения энергетического метаболизма во фронтальных отделах связаны с асимметрией радиуса и средним радиусом отклонения ОЦМ, а энергозатраты в центральных и затылочных отделах имели отношение к средней скорости ОЦМ, асимметрии скорости, среднему полупериоду и среднему смещению по латеральной и сагиттальной плоскостям.

Также в ряде исследований была подтверждена взаимосвязь между энергетическим обменом мозга и интеллектом (IQ) при СДВГ. При психофизиологическом анализе интеллекта подтверждены выводы о сохранности IQ-функций и о вторичности их нарушения при СДВГ. Однако уровень вербального, невербального и общего интеллекта у детей с синдромом несколько ниже, чем у детей без СДВГ. В структуре интеллекта при СДВГ на первый план выступают трудности произвольной регуляции (недостаточно развита произвольность и речевая регуляция деятельности, поведения). Были обнаружены определенные психофизиологические особенности, так, при снижении общего интеллекта (в среднем по группе), возрастает выраженность изменений в его структуре. При этом основной симптом – «нарушение внимания» присутствует как при относительно высоком, так и при относительно низком уровне интеллекта у гиперактивных детей.

У детей с синдромом при разном уровне IQ изменяются показатели, характеризующие энергетический обмен во фронтальных отделах головного мозга. Так, наиболее значительные изменения факторной структуры распределения УПП головного мозга у детей с синдромом, связанные с фронтальными зонами, происходят при относительно низком общем IQ, что обусловлено нарушением регуляторных систем головного мозга [27].

Обращает на себя внимание интересный нюанс – в исследовании выявлено, что энергетическое состояние во фронтальных областях головного мозга находит отражение только во взаимосвязи с показателями произвольного внимания, зрительно-моторных координаций и зрительно-пространственной деятельности, что указывает на возможность применения этих показателей в нейро- и психофизиологической диагностике синдрома.

Также имеются данные, характеризующие энергетическое состояние головного мозга у детей при коморбидной с синдромом патологии [28–30].

Имеются данные, подтверждающие изменение энергетического состояния головного мозга у подростков, при употреблении психоактивных веществ. Более интенсивное негативное влияние токсикоманических веществ оказывают на работу головного мозга в раннем подростковом возрасте. Отмечается инверсия межполушарной асимметрии с преобладанием энергозатрат в правом полушарии. Церебральный энергетический обмен становится более интенсивным за счет перераспределения УПП по отделам головного мозга: одновременно происходит истощение энергетического обмена в срединных структурах мозга и его повышение во фронтальной и затылочной областях.

Структурно-функциональная организация головного мозга в целом и церебральный энергетический обмен у подростков-токсикоманов изменяется достаточно интенсивно даже при коротком сроке употребления. На ранних сроках употребления меняется энергообмен во фронтальных областях, а при систематическом употреблении в течение одного года помимо этого повышаются суммарные энергозатраты мозга и интенсивность энергетического метаболизма в левой височной области [31].

Оценка распределения сверхмедленных потенциалов у эмоционально лабильных детей, психологическая характеристика которых включала повышенную двигательную активность, низкий уровень внимания и импульсивность, позволила выявить повышение церебрального энергометаболиз-

ма, т.е. регуляторные процессы у них находятся в постоянном напряжении. При этом наблюдается равная активность правого и левого полушарий мозга [32, 33].

При исследовании энергетического обмена мозга у высокотрехлетних детей был сделан вывод о несбалансированности отношений регуляторных подкорково-стволовых структур у данной группы детей. Авторы указывают также на выраженное повышение у них активности модулирующей системы мозга и связывают это с состоянием перевозбуждения в центральной нервной системе, что находит отражение в картине распределения УПП. Анализ данных распределения уровня постоянного потенциала показал, что как суммарные, так и абсолютные значения УПП по всем отведениям, в группе тревожных детей значительно превышают показатели детей без тревожных проявлений. При этом у высокотрехлетних детей наблюдаются высокие значения потенциалов в лобной, правой и левой височной, теменной и затылочной областях мозга, что и приводит к увеличению суммарного УПП [34, 35].

Также определено, что уровень агрессивности находится в прямой зависимости от УПП правой височной области, а более высокая активность церебральных энергетических процессов в правом полушарии выступает одним из нейрофизиологических факторов, указывающих на предрасположенность подростков к проявлениям агрессии [26].

В исследовании, посвященном оценке нейроэнергетического обмена у детей младшего школьного возраста с проявлениями агрессии, выявлены низкие показатели постоянного потенциала во фронтальных отделах мозга, относительно других зон. Общим фоном выступало существенное повышение церебрального энергообмена по всем отведениям, что связано с дисбалансом процессов торможения-возбуждения в коре головного мозга. Помимо этого, УПП агрессивных детей отличается существенным повышением церебрального энергообмена в левом теменном и височном отведениях. На психологическом уровне это проявляется, по мнению авторов, как импульсивность поведенческих реакций и трудности с эмоциональным контролем [35].

Заключение

Таким образом, уровень постоянного потенциала, как показатель церебрального энергообмена, может характеризоваться как маркер адаптивных реакций центральной нервной системы, связанный со стационарной системой управления нейрофизиологическими процессами и отражающий

изменения функционального состояния организма ребенка, что позволяет применять анализ распределения УПП в решении диагностических задач при СДВГ и сопутствующих нарушениях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Архангельской области в рамках научного проекта № 18-415-292004.

Список литературы

1. 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.
2. Джос Ю.С., Депутат И.С., Рысина Н.Н. Исследование нейропсихологических и социальных факторов у детей младшего школьного возраста с трудностями обучения и расстройствами поведения // Экология человека. 2011. № 7. С. 38–47.
3. Дети с СДВГ: причины, диагностика, комплексная помощь / Под ред. М.М. Безруких. М.: Изд-во МПСИ, 2009. 248 с.
4. Фесенко Е.В., Фесенко Ю.А. Синдром дефицита внимания и гиперактивности у детей. М.: Наука и техника, 2010. 384 с.
5. Моница Г.Б., Лютова-Робертс Е.К., Чутко Л.С. Гиперактивные дети: психолого-педагогическая помощь. СПб.: Речь, 2007. 112 с.
6. Романчук О.И. Синдром дефицита внимания и гиперактивности у детей: Практическое руководство. М.: Генезис, 2010. 336 с.
7. Чутко Л.С., Пальчик А.Б. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью (причины, диагностика, лечение). СПб.: ИПК «Бионт», 2012. 74 с.
8. Грибанов А.В., Старцева Л.Ф., Иорданова Ю.А. Поведенческое реагирование детей с дефицитом внимания и гиперактивностью с различной стереотипностью выбора в детерминированных средах // Экология человека. 2009. № 12. С. 34–38.
9. Barkley R.A. Attention deficit hyperactivity disorder. New York, London: The Guilford Press. 1998. 628 p.
10. Морозова Е.А., Малякина А.А. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью с позиций перинатальной патологии мозга // Неврологический вестник. Журнал им. В.М. Бехтерева. 2011. Т. XLIII, Вып. 2. С. 81–85.
11. Чутко Л.С., Сурушкина С.Ю., Анисимова Т.И., Айтбеков К.А. Клиническая типология синдрома дефицита внимания с гиперактивностью // Экология человека. 2010. № 11. С. 58–60.
12. Аракелян А.С., Далецкий 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 ВолГМУ, 2013. С. 33.
13. 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-й Всероссийской научно-практической конференции «Спорт и медицина. Сочи-2013» (Сочи, 19–22 июня 2013 года) / Под общ. ред. М.П. Бердниковой, С.Е. Павлова. Сочи, 2013. 365 с.
14. Борисова Ю.В., Шмырев В.И., Витько Н.К., Соколова Л.П. Современные методы диагностики легких и умеренных когнитивных расстройств различного генеза // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2010. Вып. 4 (Неврология). С. 7–11.
15. Фокин В.Ф., Пономарёва Н.В. Энергетическая физиология мозга. М.: Антидор, 2003. 288 с.
16. Bauer H. Technical requirements for high quality scalp DC recordings. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 1989. No 72 (6). P. 545–547.
17. Marshall L., Molle 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.
18. 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. No 2. P. 172–182.
19. Илюхина В.А. Психофизиология функциональных состояний и познавательной деятельности здорового и больного человека. СПб.: Н-Л, 2010. 368 с.
20. Шмырев В.И., Витько Н.К. Нейроэнергокартирование (НЭК) – высокоинформативный метод оценки функционального состояния мозга: методические рекомендации. М., 2010. 21 с.
21. 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.
22. Curry S.H., Pleydell Pearse C. Use of DC recording in the demonstration of functional specialization. J. Med. Eng. Technol. 1995. No 19 (2–3). P. 42–51.
23. 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.
24. 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.
25. Панков М.Н., Афанасенкова Н.В., Кожевникова И.С., Подоплекин А.Н. Состояние нейроэнергетического обмена у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью и эмоциональными расстройствами // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 9–1. С. 66–69.
26. Депутат И.С., Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В., Большевицкая И.Л., Старцева Л.Ф. Анализ распределения уровня постоянного потенциала головного мозга в оценке функционального состояния организма (обзор) // Экология человека. 2015. № 10. С. 27–37.
27. Грибанов А.В., Джос Ю.С., Афанасенкова Н.В., Подоплекин Д.Н., Канжин А.В., Иорданова Ю.А., Пушкарева И.Н., Депутат И.С., Панков М.Н., Подоплекин А.Н. Очерки психофизиологии детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью: монография / Поморский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. Архангельск: Поморский университет, 2009. 242 с.
28. Сидорова Е.В., Антонова И.В., Подоплекин А.Н., Панков М.Н., Грибанов А.В. Нейроэнергетический обмен у детей младшего школьного возраста с агрессивным поведением // Экология человека. 2015. № 2. С. 51–56.
29. Старцева Л.Ф., Подоплекин А.Н. Уровень постоянных потенциалов головного мозга у гиперактивных детей младшего школьного возраста при различной стратегии принятия решений // Вестник Северного Арктического федерального университета. 2015. № 3. С. 46–54.
30. Strine T.W., Lesesne C.A., Okoro C.A., McGuire, L.C., Chapman D.P. and Balluz L.S. Emotional and behavioral difficulties and impairments in everyday functioning among children with a history of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. Preventing Chronic Disease. Public Health Research, Practice and Policy. 2006. Vol. 3. P. 1–10.
31. Подоплекин А.Н. Энергетическое состояние головного мозга у подростков-северян при употреблении психоактивных веществ: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2009. 19 с.
32. 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.
33. Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В. Распределение уровня постоянного потенциала головного мозга у младших школьников с высокой тревожностью // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия «Медико-биологические науки». 2015. № 3. С. 30–36.
34. Джос Ю.С., Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В. Особенности электроэнцефалограммы и распределения уровня постоянного потенциала головного мозга у детей-северян младшего школьного возраста // Экология человека. 2014. № 12. С. 15–20.
35. Панков М.Н., Кожевникова И.С., Сидорова Е.Ю., Грибанов А.В., Старцева Л.Ф. Психофизиологические характеристики детей с агрессивным поведением // Экология человека. 2018. № 2. С. 37–44.