

УДК 612.821

СОСТОЯНИЕ НЕЙРОЭНЕРГОМЕТАБОЛИЗМА У ДЕТЕЙ С СИНДРОМОМ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ С ГИПЕРАКТИВНОСТЬЮ И ЭМОЦИОНАЛЬНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ

Панков М.Н., Афанасенкова Н.В., Кожевникова И.С., Подоплекин А.Н.

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

В статье представлены результаты исследования энергетического состояния головного мозга у детей с проявлениями синдрома дефицита внимания с гиперактивностью и эмоциональными расстройствами. В исследовании использовались клинико-anamnestический и психофизиологический методы. Обследовано 37 мальчиков, средний возраст составил 10,5 лет. По данным нейрокартирования выявлены более высокие суммарные энергозатраты мозга у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью и эмоциональными расстройствами, снижение энергообеспечения лобных отделов в сравнении с нормативными показателями. Выявлена межполушарная асимметрия энергозатрат с преобладанием правого полушария, что подтверждает наличие эмоциональных нарушений у детей с СДВГ. По данным электроэнцефалографии отмечено снижение показателей межлобных соотношений ($p < 0,05$) по сравнению с нормативными показателями у сверстников, ЭЭГ-признаки функциональной незрелости фронто-таламических структур, признаки дефицита неспецифической активации со стороны ретикулярной формации ствола, признаки гиперсинхронии ритмической электрической активности затылочных и теменных зон. Также отмечается асимметрия межполушарных отношений со снижением показателей в левом полушарии.

Ключевые слова: дети, синдром дефицита внимания с гиперактивностью, эмоциональные расстройства, уровень постоянных потенциалов головного мозга, электроэнцефалография

STATE OF NEUROENERGOMETABOLISM IN CHILDREN WITH ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER AND EMOTIONAL DISORDERS

Pankov M.N., Afanasenkova N.V., Kozhevnikova I.S., Podoplekin A.N.

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

The article presents the results of a study of brain energy state in children with symptoms of attention deficit disorder with hyperactivity and emotional disorders. The study used clinical, anamnestic and psychophysiological methods. A total of 37 boys, mean age was 10.5 years. According a study of brain energy state revealed higher total energy consumption of the brain in children with attention deficit hyperactivity disorder and emotional disorders, decreased energy frontal areas compared with normative values. Revealed hemispheric asymmetry of power inputs with a predominance of the right hemisphere, which confirms the presence of emotional disturbances in children with ADHD. According to the EEG decreased performance frontal relations ($p < 0.05$) compared with the standard indicators at peer EEG signs of functional immaturity of the frontal-thalamic structures, signs of deficiency on the part of the non-specific activation of stem reticular formation, signs gipersynchrony rhythmic electrical activity of the neck and parietal zones. It is also noted the hemispheric asymmetry of relations with reduced rates in the left hemisphere.

Keywords: children, attention deficit hyperactivity disorder, emotional disorders, level of permanent brain potentials, electroencephalography

Синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) у детей в настоящее время является актуальной медицинской, психолого-педагогической и социальной проблемой [3, 10]. Основные клинические проявления СДВГ (невнимательность, гиперактивность, импульсивность) часто сочетаются с такими коморбидными расстройствами, как расстройства поведения (59,4%), эмоциональные расстройства (52,3%), нарушения обучения (32,1%). Из наиболее часто диагностируемых эмоциональных расстройств (ЭР) необходимо отметить эмоциональную лабильность, тревожность, агрессивность, истерическую и фобическую симптоматику, депрессивные проявления [5, 6].

Социализация ребенка и успешность его обучения определяется множеством факторов, в ряду которых функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС) занимает особое место. Электрофизиологические исследования показали, что реализация существенных для обучения психических функций в значительной степени зависит от особенностей организации электрической активности мозга в покое и в процессе деятельности, и от общего состояния психо-эмоциональной сферы ребенка [4, 7].

При эмоциональных нарушениях изменяется функциональная активность головного мозга и его энергетический метаболизм, достоверно оценить который

позволяет метод регистрации уровня постоянных потенциалов (УПП) головного мозга. УПП мозга возникает в результате суммации мембранных потенциалов нервных и глияльных клеток, а также разности потенциалов на мембранах гематоэнцефалического барьера (ГЭБ) [8]. Генерация мембранных потенциалов требует энергозатрат, идущих на совершение работы против электрохимического градиента потенциалобразующих ионов, поэтому параметры УПП связаны с церебральными энергозатратами и позволяют оценивать их интенсивность [2].

Целью нашего исследования явилось изучение энергетического состояния головного мозга у детей с проявлениями синдрома дефицита внимания с гиперактивностью и эмоциональными расстройствами.

Материалы и методы исследования

В исследовании принимали участие дети, родители которых дали информированное согласие на их обследование. У всех детей был диагностирован синдром дефицита внимания с гиперактивностью, отмечались выраженные проявления эмоциональной лабильности и тревожности. Обследовано 37 мальчиков, обратившихся (с родителями) в центр компетенций развития ребенка «Содействие» по рекомендации школьных психологов [1]. Средний возраст обследованных составил 10,5 лет. Исследование проводилось в институте медико-биологических исследований САФУ имени М.В. Ломоносова в середине третьей четверти (февраль 2014 года). Основными методами исследования являлись: клинико-anamnestический и психофизиологический.

Клинико-anamnestическое обследование состояло из анализа амбулаторной карты ребенка и клинической оценки проявлений СДВГ и эмоциональных расстройств. Психофизиологическое обследование включало регистрацию УПП головного мозга и электроэнцефалографию (ЭЭГ) с последующей обработкой результатов с учетом клинико-anamnestических данных.

Для регистрации УПП головного мозга применялся аппаратно-программный диагностический комплекс «Нейроэнергометр-03». Данный уровень регистрировался монополярно с помощью неполяризуемых хлорсеребряных электродов (референтный и активные) и усилителя постоянного тока с входным сопротивлением 10 МОм. Референтный электрод располагали на запястье правой руки, активные – вдоль сагиттальной линии – в лобной, центральной, затылочной областях, а также в правом и левом височных отделах (точки Fz, Cz, Oz, Td, Ts по международной системе «10-20»).

Регистрация УПП у испытуемого осуществлялась через 5-7 минут после наложения на точки отведения электродов с контактными тампонами, смоченными гипертоническим (30%) раствором NaCl, благодаря которому происходило снижение кожного сопротивления до 1-2 кОм, уменьшалась величина кожных потенциалов, а также блокировалась кожно-гальваническая реакция. При экспериментальном измерении, длительность которого составляла 15 минут, осуществлялся постоянный контроль значений кожного сопротивле-

ния в местах отведения УПП, которое не превышало 30 кОм. Анализ УПП производился путем картирования полученных с помощью монополярного измерения значений УПП и расчета его отклонений в каждом из отведений от средних значений, зарегистрированных по всем областям головы, при котором появляется возможность оценки локальных значений УПП в каждой из областей с исключением влияний, идущих от референтного электрода. Полученные характеристики распределения УПП сравнивались со среднестатистическими нормативными значениями для определенных возрастных периодов.

ЭЭГ регистрировали с применением накладных хлорсеребряных электродов, закрепленных на голове испытуемого специальным мягким резиновым шлемом, монополярно в 16 отведениях, расположенных по системе «10/20» в симметричных точках правого и левого полушарий. Для работы использовали компьютеризированный комплекс «Нейрокартограф-01-МБН». Постоянная времени усилителей составляла 0,3 с, фильтр верхних частот – 70 Гц, частота опроса – 256 Гц. Последующий анализ отрезков ЭЭГ, не имеющих артефактов, проводили на ЭВМ Pentium-4.

В исследовании проведен спектральный анализ ЭЭГ и анализ когерентности ЭЭГ. Эти показатели рассматриваются как коррелят дифференцированного вовлечения различных структур мозга в интегративную деятельность и специфики их взаимодействия. Когерентный анализ используется для оценки степени взаимовлияния различных зон головного мозга при регистрации потенциалов как внутрислоушарных, так и межполушарных симметричных и диагональных пар отведений. Средние уровни когерентности проявляются в форме определенной устойчивой пространственной структуры связей и в норме отражают оптимальный уровень активации коры. Такой способ оценки ЭЭГ представляет возможность исследования особенностей функционирования мозга как целостной системы и изучения системных механизмов формирования различных состояний ЦНС. Полученные данные были подвергнуты математической обработке с помощью программы «Microsoft Excel MX» и «Statistic 6 Windows».

Результаты исследования и их обсуждение

Средние показатели диагностических критериев СДВГ по DSM-IV в группе обследованных детей составили: невнимательность – 6,81 балла (из 9 возможных), гиперактивность – 3,58 (из 6 возможных), импульсивность – 2,04 (из 3 возможных). Эмоциональная лабильность выявлена у 37,9% детей, тревожность – у 29,7%, сочетание проявлений эмоциональной лабильности и тревожности – у 32,4% детей.

Исследование УПП головного мозга выявило отличие в его распределении у обследованных нами детей от нормативных значений для соответствующей возрастной группы (таблица).

Так, полученные данные свидетельствуют о более высоких суммарных энергозатратах мозга у детей с СДВГ и ЭР (показатель Sum), что рассматривается как функциональ-

ное напряжение головного мозга. Одной из характеристик распределения УПП по отделам мозга служит его «куполообразность», когда максимальные значения потенциала регистрируются в центральном отведении (Cz) и плавно снижаются к периферии. Наши данные указывают на нарушения этого принципа в группе обследованных детей. Так, у них имеет место двукратное снижение энергообеспечения лобных отделов в сравнении с нормативными показателями (Fz-X_{cp.}). Еще одной важной характеристикой в карте распределения постоянных потенциалов является межполушарная асимметрия энергозатрат, сведения о которой дает разность потенциалов между точками Td и Ts. В нашей группе она была положительной, что свидетельствует о преобладании правого полушария и подтверждает наличие эмоциональных нарушений у детей с СДВГ.

Некоторые показатели УПП (в mV)
у детей 10,5 лет (M + m)

Показатели	Значения	
	при СДВГ и ЭР	Нормативные
Fz	29,08 + 2,34	11,38 + 0,88
Cz	40,16 + 2,33	19,02 + 1,03
Oz	37,31 + 2,12	14,77 + 1,21
Td	39,30 + 2,27	14,71 + 1,23
Ts	38,98 + 2,48	15,96 + 1,37
Sum	184,49 + 10,84	75,04 + 5,06
Fz-X _{cp.}	-8,16 + 0,96	-3,79 + 0,25
Td - Ts	0,32 + 0,66	-1,25 + 0,75

Снижение энергетического метаболизма в лобных отделах и повышение суммарных энергозатрат головного мозга сопровождается возрастающим возбуждением симпатического отдела вегетативной нервной системы и ростом степени отклонения от индивидуально оцениваемого стабильного (нормального) психоэмоционального состояния, что свидетельствует о нарастающем преобладании в регуляции гомеостаза симпатического отдела вегетативной нервной системы. Симпатические импульсы активируют деятельность мозга, мобилизуют защитные реакции. Возбуждение симпатической нервной системы – обязательное условие проявлений эмоционального напряжения и реакций стресса.

У детей с СДВГ и ЭР наблюдается функциональное напряжение головного мозга, снижение энергетического обеспечения лобных отделов и нарушение межполушарной асимметрии с преобладанием правого полушария, что свидетельствует о наличии у них нарушений в эмоциональной сфере. Чем выше суммарные энергозатраты головного мозга и ниже энергетический мета-

болизм в лобных отделах с преобладанием правополушарной активности, тем выше возбуждение симпатического отдела вегетативной нервной системы.

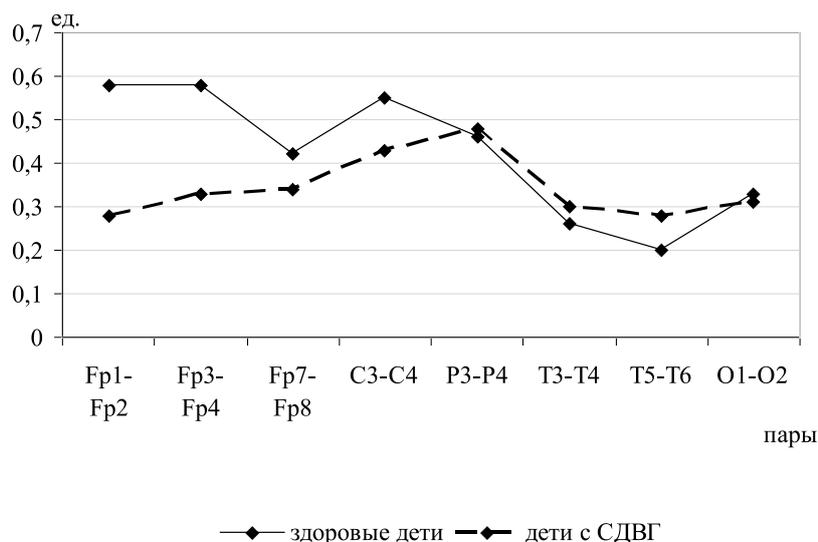
Это подтверждается и данными ЭЭГ-исследования, где отмечено снижение активности межлобных отношений и повышение уровня внутрислоушарных связей в правом полушарии на частоте доминирующего альфа-ритма. У детей с СДВГ и ЭР выявлены ЭЭГ-признаки функциональной незрелости фронто-таламических структур, признаки дефицита неспецифической активации со стороны ретикулярной формации ствола, признаки гиперсинхронии ритмической электрической активности затылочных и теменных зон в виде высокоамплитудного заостренного α -ритма и/или групп высокоамплитудных билатерально-синхронных волн θ -диапазона.

Локализация изменений позволяет предположить, что для детей обследованной группы определяющими являются нарушения не α -ритмов, а сенсомоторных ритмов, так как основные изменения проявляются в центрально-лобных зонах коры. По аналогии с α -ритмом, отражающим состояние функционального торможения в зрительной сфере, можно предположить, что сенсомоторные ритмы отражают процесс функциональной дезактивации в соматосенсорной системе. Следовательно, снижение мощностных характеристик сенсомоторных ритмов α -диапазона в лобно-центральных зонах коры может отражать повышенную активацию сенсомоторной коры за счет дефицита торможения в сенсомоторной системе [9]. Выявленные изменения количественных характеристик ЭЭГ у детей с СДВГ и ЭР могут объясняться нарушением процессов торможения как на уровне корковых структур, так и на уровне подкорковых образований.

Когерентность симметричных зон коры отражает преимущественно состояние средних образований мозга, а внутрислоушарная когерентность – особенности интракортикальных и корково-подкорковых отношений в пределах полушарий.

У детей с СДВГ и ЭР отмечены более низкие значения внутрислоушарных когерентных связей в лобно-центральных и лобно-височных парах и более высокие значения центрально-затылочных и теменно-затылочных парах.

Фоновые значения межполушарной когерентности ЭЭГ менее вариабельны, чем аналогичные показатели внутрислоушарной когерентности. Сопоставление изменений средних уровней когерентности ЭЭГ при исследовании межполушарных пар также выявило отличие у детей с СДВГ от их сверстников из контрольной группы (рисунок).



Показатели средней когерентности по межполушарным парам

По данным исследования у детей с СДВГ и ЭР отмечено снижение показателей межлобных соотношений ($p < 0,05$) по сравнению с детьми контрольной группы. При этом отмечается асимметрия межполушарных соотношений со снижением показателей в левом полушарии.

Заключение

Таким образом, нарушения в эмоциональной сфере у детей с СДВГ сопровождаются функциональным напряжением головного мозга, снижением энергетического обеспечения лобных отделов, снижением показателей межлобных соотношений и нарушением межполушарной асимметрии с преобладанием правого полушария. Медикаментозное лечение и психолого-педагогическая коррекция детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью и эмоциональными расстройствами должны проводиться с учётом выявленных особенностей нейроэнергетического метаболизма.

Список литературы

1. Грибанов А.В., Панков М.Н. Центр компетенций развития ребенка «Содействие» как научно-образовательное подразделение университета по проблеме синдрома дефицита внимания с гиперактивностью // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия «Медико-биологические науки». – 2014. – № 1. – С. 5–12.

2. Грибанов А.В., Панков М.Н., Подоплекин А.Н. Уровень постоянных потенциалов головного мозга у детей при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 6. – С. 43–48.

3. Клиникофизиологические проявления синдрома дефицита внимания с гиперактивностью у детей (обзор литературы) / М.Н. Панков, А.В. Грибанов, И.С. Депутат, Л.Ф. Старцева, А.Н. Нехорошкова // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20, № 3. – С. 91–97.

4. Мачинская Р.И., Крупская Е.В. ЭЭГ-анализ функционального состояния глубинных регуляторных структур мозга у гиперактивных детей 7-8 лет // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 3. – С. 122–124.

5. Панков М.Н., Беляева А.Ю., Попова О.В. Коррекция агрессии и тревожности у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью // Бюллетень Института развития ребенка. – 2008. – № 1. – С. 15–17.

6. Панков М.Н., Подоплекин А.Н. Состояние эмоциональной сферы у детей с СДВГ // Вестник Поморского университета. Серия: Физиологические и психолого-педагогические науки. – 2005. – № 2. – С. 55–60.

7. Фарбер А.Д., Дубровинская Н.В. Мозговая организация когнитивных процессов в дошкольном возрасте // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, № 2. – С. 25–32.

8. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В. Энергетическая физиология мозга. – М.: Антидор, 2003. – С. 136–137.

9. Электронцефалографическое исследование детской гиперактивности / Н.Л. Горбачевская, Н.Н. Заваденко, Л.П. Якупова и др. // Физиология человека. – 1996. – Т. 22, № 5. – С. 49–55.

10. Klockars M. The many faces of attention deficit/hyperactivity disorder // The many faces of attention deficit hyperactivity disorder / K. Michelsson, S. Stenman (Eds). Helsinki: Acta Gyllenbergiana II, 2001. – P. V–VI.