

УДК [612.82:616.831:616.89-008.47]-053.2

ДИНАМИКА ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА У ДЕТЕЙ С СИНДРОМОМ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ ПРИ ЭЭГ-БИОУПРАВЛЕНИИ*

© 2009 г. **Е. В. Рудакова, А. В. Грибанов, М. Н. Панков**Поморский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
г. Архангельск

Синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) представляет собой наиболее распространенное поведенческое расстройство в детском возрасте, характеризующееся нарушениями внимания, гиперактивностью и импульсивностью [4, 15, 17]. Выделяют три формы этого синдрома: с преобладанием дефицита внимания, с преобладанием гиперактивности и импульсивности и комбинированную. Риском для таких детей служат неблагоприятные психосоциальные ситуации, возникающие в результате непонимания их в семье, школе, среди сверстников [2]. В связи с актуальностью данной проблемы и поиском немедикаментозных методик для коррекции данного состояния все больше находит применение метод ЭЭГ-биоуправления или биологической обратной связи [5, 7].

Многочисленные данные об эффективности биоуправления, как правило, подтверждаются электроэнцефалографическими методами исследования центральной нервной системы детей с СДВГ [7, 16]. Однако до сих пор остается малоизученным вопрос об изменении энергетического состояния головного мозга детей с СДВГ под влиянием ЭЭГ-биоуправления.

Оптимальным и нетрудоемким методом, позволяющим достоверно оценивать энергетическое состояние мозга, является метод регистрации уровня постоянных потенциалов (УПП) [12].

Исследования последних лет свидетельствуют, что постоянные потенциалы (ПП) как разновидность сверхмедленных физиологических процессов головного мозга [1, 6] возникают в результате суммации мембранных потенциалов нервных и глиальных клеток, а также разности потенциалов на мембранах гематоэнцефалического барьера, хотя их вклад в генез ПП в конкретных ситуациях может быть различным [2, 3, 12]. Генерация мембранных потенциалов требует энергозатрат, идущих на совершение работы против электрохимического градиента потенциалобразующих ионов, поэтому параметры уровня постоянных потенциалов связаны с церебральными энергозатратами и позволяют оценивать их интенсивность [10, 19].

Отсутствие данных об изменениях церебрального энергетического метаболизма под влиянием ЭЭГ-биоуправления и предопределило цель настоящей работы — выявить изменения церебрального энергетического метаболизма у гиперактивных детей с дефицитом внимания при психофизиологической коррекции с помощью ЭЭГ-биоуправления.

*Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ № 07-06-00622а (2007—2009 годы) и аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009—2010 годы)», регистрационный номер: 2.2.3.3/438.

В работе впервые представлены изменения энергетического метаболизма головного мозга у детей с синдромом дефицита внимания под влиянием курса ЭЭГ-биорегулирования, свидетельствующие о восстановительных процессах прежде всего во фронтальном неокортексе, отвечающем за программирование и контроль деятельности.

Ключевые слова: дети, синдром дефицита внимания, уровень постоянных потенциалов, энергетический метаболизм, ЭЭГ-биорегулирование.

Методика исследования

Исследование постоянных потенциалов головного мозга было проведено у 27 детей с СДВГ с преобладанием дефицита внимания 8–14 лет до и после курса биоуправления.

Для регистрации, обработки и анализа уровня ПП головного мозга применялся аппаратно-программный диагностический комплекс «Нейроэнергометр-03» [13]. Уровень постоянного потенциала регистрировался монополярно с помощью неполяризуемых хлор-серебряных электродов (референтного и активного) и усилителя постоянного тока с входным сопротивлением 10 Ом. 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 %»). Анализ УПП производился путем картирования полученных с помощью монополярного измерения значений УПП и расчета отклонений УПП в каждом из отведений от средних значений, зарегистрированных по всем областям головы, при котором появляется возможность определить локальные значения УПП в каждой из областей, исключая влияния, идущие от референтного электрода.

Курс занятий по ЭЭГ-биоуправлению с помощью психофизиологического коррекционного комплекса РЕАКОР для каждого ребенка составил 14 сеансов. Занятия проводились 6 раз в неделю с одним выходным днем. Одно занятие длилось 20–25 минут.

Для коррекции был выбран сценарий «бета/тетра-тренинга». В качестве точек отведения ЭЭГ-сигнала использовали FCz (между Fz и Cz) и PCz (между Pz и Cz). Контролируемыми параметрами являлись индекс мощности бета-1-ритма, индекс мощности тета-ритма и их соотношение.

Полученные данные были подвергнуты статистической обработке с использованием пакета методов STADIA 6.0, SPSS 12.0 for Windows и методов анализа данных программы Excel. Оценка достоверности различий проводилась с использованием Т-критерия Стьюдента и непараметрического критерия Вилкоксона. Для исследования структуры взаимосвязей изучаемых переменных применялись корреляционный и факторный анализы.

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов исследования показал (табл. 1), что у детей с СДВГ до курса ЭЭГ-биоуправления энергообеспечение головного мозга характеризовалось снижением УПП в лобных отделах (Fz), разности потенциалов между лобным отведением и центральным (Fz-Cz), затылочным (Fz-Oz), правовисочным (Fz-Td) и левовисочным (Fz-Ts) отведениями и нарушением принципа «куполообразности» распределения УПП, что является характерными признаками СДВГ [9, 11].

Известно, что фронтальный неокортекс отвечает за программирование и контроль деятельности [8, 14, 17, 18],

Таблица 1

Показатели уровней постоянных потенциалов (mV) у детей с СДВГ с преобладанием нарушений внимания до курса ЭЭГ-биоуправления (M ± m)

Показатель	УПП до курса
Fz	21,15±1,82
Cz	34,37±2,42
Oz	32,00±2,37
Td	31,73±2,53
Ts	31,26±2,45
Sum	150,51±10,56
Fz-Cz	-13,24±1,47
Fz-Oz	-8,90±1,86
Fz-Td	-10,60±1,54
Fz-Ts	-10,15±1,48
Cz-Oz	2,37±1,67
Cz-Td	22,64±1,56
Cz-Ts	3,09±1,79
Oz-Td	0,27±1,60
Oz-Ts	0,72±1,78
Td-Ts	0,45±1,38

является ключевым звеном в функционировании когнитивной сферы человека и, в частности, высшим регуляторным центром произвольного внимания. Недостаточное энергетическое обеспечение, по нашему мнению, может приводить к несформированности и относительной незрелости лобных структур головного мозга у детей [9, 11].

При факторном анализе показателей энергетического метаболизма головного мозга у детей с СДВГ (рис. 1) было выделено три фактора, описывающих 74,6 % общей дисперсии.

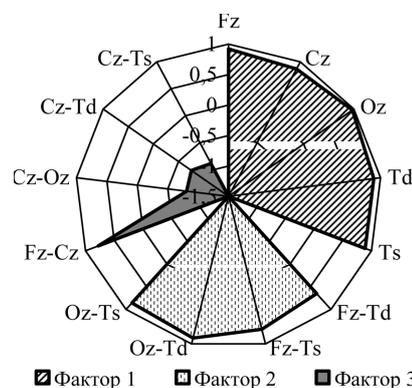


Рис. 1. Факторная модель распределения уровней постоянных потенциалов головного мозга детей с СДВГ с преобладанием нарушений внимания до курса ЭЭГ-биоуправления

До курса ЭЭГ-биоуправления фактор 1 (34,8 % дисперсии) характеризовал энергетический метаболизм во всех основных отделах головного мозга, фактор 2 (22,5 %) – взаимоотношения энергетического метаболизма в лобном и затылочном отведениях с височными, фактор 3 (17,4 %) – взаимоотношения разностей потенциалов лобного и центрального, центрального и затылочного, центрального и височных отделов мозга.

Курс ЭЭГ-биоуправления, состоящий из 14 сеансов, несколько изменил распределение УПП голов-

ного мозга у детей с СДВГ (табл. 2). Так, выявлена тенденция к повышению УПП в лобных отделах и существенное увеличение разности потенциалов между лобным и центральным ($p < 0,01$), лобным и левым височным ($p < 0,05$) отведениями (рис. 2). В динамике УПП в остальных отведениях наметилась лишь тенденция к нормализации.

Таблица 2

Показатели уровней постоянных потенциалов (mV) у детей с СДВГ с преобладанием нарушений внимания после курса ЭЭГ-биоуправления ($M \pm m$)

Показатель	УПП после курса
Fz	24,26±2,48
Cz	31,30±2,50
Oz	31,51±3,04
Td	31,01±2,31
Ts	29,88±2,04
Sum	147,96±11,40
Fz-Cz	-7,04±1,49**
Fz-Oz	-7,26±2,04
Fz-Td	-6,75±1,49
Fz-Ts	-5,63±1,49*
Cz-Oz	0,21±1,69
Cz-Td	0,29±1,46
Cz-Ts	1,42±1,26
Oz-Td	0,51±1,80
Oz-Ts	1,63±2,09
Td-Ts	1,13±1,04

Примечание. Достоверная разница с показателями до курса биоуправления: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$.

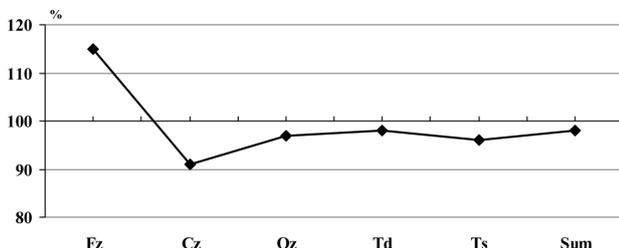


Рис. 2. Динамика уровней постоянных потенциалов в стандартных отведениях у детей с СДВГ после курса ЭЭГ-биоуправления в процентах к исходным

То есть за один курс ЭЭГ-биоуправления произошли изменения энергетического метаболизма головного мозга, свидетельствующие, прежде всего, о повышении энергообеспечения фронтальных отделов головного мозга детей с СДВГ, что, по нашему мнению, является важным фактором при коррекции синдрома.

Это подтверждают и данные факторного анализа (рис. 3), три фактора которого описывают 77,7 % общей дисперсии.

Так, 1 фактор (37,4 %) объединил показатели энергетического метаболизма между лобным и центральным, между центральным и височными, между затылочным и правым височным отделами головного мозга. В фактор 2 (22,9 %) вошли показатели энергетического метаболизма головного мозга, которые были до биоуправления в факторе 1, но к ним при-

соединился показатель энергетического метаболизма между лобным и височным отделами. Фактор 3

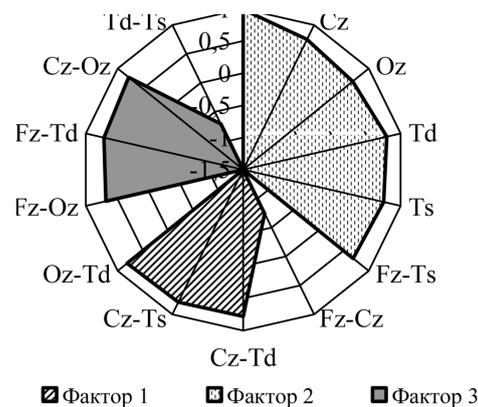


Рис. 3. Факторная модель распределения уровней постоянных потенциалов головного мозга детей с СДВГ после курса ЭЭГ-биоуправления

(17,4 %) характеризовал взаимоотношения энергетического метаболизма между лобным и височным, между центральным и затылочным, между правым и левым отделами головного мозга.

Сравнение факторной модели распределения показателей энергетического метаболизма головного мозга у детей с СДВГ до и после курса ЭЭГ-биоуправления указывает на возрастание роли энергетического метаболизма во фронтальных и центральных отделах в факторной структуре, что также свидетельствует об эффективности психофизиологической коррекции с помощью ЭЭГ-биоуправления.

Подтверждает это и анализ показателей точности внимания по тесту Тулуз-Пьерона до и после коррекции с помощью ЭЭГ-биоуправления (рис. 4).

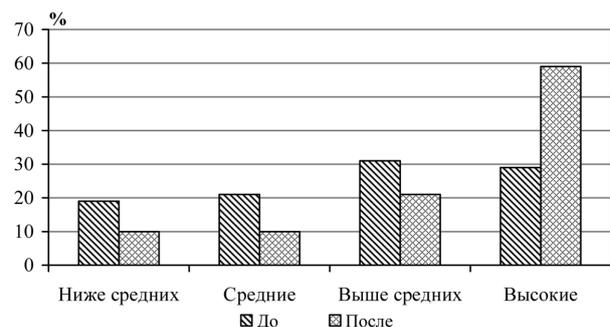


Рис. 4. Гистограмма показателей точности внимания по тесту Тулуз-Пьерона до и после коррекции с помощью ЭЭГ-биоуправления

Так, после курса ЭЭГ-биоуправления на гистограмме распределения показателей внимания произошел выраженный сдвиг вправо. Показатели «ниже средних» составили 67 % от значений до курса ЭЭГ-биоуправления, а количество «высоких» показателей увеличилось более чем в два раза.

Таким образом, результаты исследования показали, что один курс психофизиологической коррекции, состоящий из 14 сеансов ЭЭГ-биоуправления по

бета/тета-ритму способствует нормализации энергетического метаболизма головного мозга детей с СДВГ, и прежде всего во фронтальных областях, где находится система управления поведением. Для получения стойкого эффекта со стороны управляющих функций при СДВГ необходимы, по нашему мнению, повторные курсы ЭЭГ-биоуправления.

Список литературы

1. Аладжалова Н. А. Психофизиологические аспекты сверхмедленной ритмической активности мозга / Н. А. Аладжалова. — М. : Наука, 1979. — 214 с.
2. Бредбери М. Концепция гематоэнцефалического барьера / М. Бредбери. — М., 1983. — 479 с.
3. Заболоцких И. Б. Сверхмедленные физиологические процессы в комплексных исследованиях нормальных, компенсированных и декомпенсированных состояниях человека : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Заболоцких И. Б. — Л. : НИИЭМ, 1988. — 20 с.
4. Заваденко Н. Н. Гиперактивность и дефицит внимания в детском возрасте : учебное пособие / Н. Н. Заваденко. — М. : Академия, 2005. — 256 с.
5. Ивановский Ю. В. Принципы использования метода биологической обратной связи в системе медицинской реабилитации / Ю. В. Ивановский, А. А. Сметанин // Биологическая обратная связь. — 2002. — № 3. — С. 2–9.
6. Илюхина В. А. Метод картирования функциональных состояний проекционных зон коры по показателям омега-потенциала в отведении от поверхности головы / В. А. Илюхина, Ю. К. Матвеев, М. А. Федорова // Физиология человека. — 1997. — Т. 23, № 6. — С. 123–130.
7. Кропотов Ю. Д. Современная диагностика и коррекция синдрома нарушения внимания (нейрометрика, электромагнитная томография и нейротерапия) / Ю. Д. Кропотов. — СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2005. — 148 с.
8. Лурия А. Р. Основы нейропсихологии / А. Р. Лурия. — М. : Академия, 2002. — 384 с.
9. Подоплёкин Д. Н. Распределение постоянных потенциалов головного мозга при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью у детей-северян : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Подоплёкин Д. Н. — Архангельск, 2003. — 20 с.
10. Пономарева Н. В. Церебральная дисфункция у лиц с повышенным риском развития болезни Альцгеймера / Н. В. Пономарева, В. Ф. Фокин, Н. Д. Селезнева // Вестник РАМН. — 1999. — № 1. — С. 16–20.
11. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью: особенности физиологического статуса детей / А. В. Грибанов, Т. В. Волокитина, Е. А. Гусева, Д. Н. Подоплёкин // Экология человека. — 2002. — № 1. — С. 36–38.
12. Фокин В. Ф. Интенсивность церебрального энергетического обмена: возможности его оценки электрофизиологическим методом / В. Ф. Фокин, Н. В. Пономарева // Вестник РАМН. — 2001. — № 8. — С. 38–43.
13. Фокин В. Ф. Способ оценки энергетического состояния головного мозга / В. Ф. Фокин, Н. В. Пономарева : патент на изобретение № 2135077. — 1999.
14. Хомская Е. Д. Нейропсихология / Е. Д. Хомская. — М. : Изд-во МГУ, 1987. — 288 с.
15. Чутко Л. С. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью у детей и подростков / Л. С. Чутко, А. Б. Пальчик, Ю. Д. Кропотов. — СПб. : Изд. дом СПбМАПО, 2004. — 112 с.
16. Эффективность использования электроэнцефалографической биологической обратной связи в коррекции нарушений внимания у детей / В. А. Гринь-Яценко, Ю. Д. Кропотов, Л. С. Чутко и др. // Биологическая обратная связь. — 2000. — № 3. — С. 20–28.
17. Barkley R. A. Attention deficit hyperactivity disorder / R. A. Barkley. — N.Y. ; L. : The Guilford Press, 1998. — 628 p.
18. Brown T. E. Attention-deficit Disorders and Comorbidities in Children, Adolescents, and Adults / T. E. Brown. — Washington, BC; L., England : American Psychiatric Press, Inc., 2000. — 671 p.
19. Somjen G. G. Origin of Cerebral Field potentials / G. G. Somjen, M. Rosenthal // Cerebral potentials / Speckmann E.-J., Caspers H. (eds.). — Stuttgart, 1979. — P. 164–174.

DYNAMICS OF CEREBRAL ENERGETIC METABOLISM IN CHILDREN WITH ATTENTION DEFICIT DISORDER DURING EEG-BIOPOTENTIAL CONTROL

E. V. Rudakova, A. V. Gribanov, M. N. Pankov

Pomor State University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk

For the first time in the article, there have been shown brain energetic metabolism changes in children with attention deficit disorders under influence of EEG-biocontrol indicating regenerative processes in the first place in the frontal neocortex responsible for programming and control of activities.

Key words: children, attention deficit syndrome, level of constant potentials, energetic metabolism, EEG-biocontrol.

Контактная информация:

Грибанов Анатолий Владимирович — доктор медицинских наук, профессор, директор Института развития ребенка Поморского государственного университета им. М. В. Ломоносова
 Адрес: 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3
 Тел. (8182) 21-38-71
 E-mail: icd@pomorsu.ru

Статья поступила 15.04.2009 г.