

УДК 616-073.788+616.89-053.2/6

© Коллектив авторов, 2012.

ОСОБЕННОСТИ ПАТТЕРНА ТЕКУЩЕЙ ЭЭГ У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ И ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЕМ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

О.А. Залата¹, С.А. Зинченко¹, А.Г. Трибрат¹, Е.В. Евстафьева¹, Л.Д. Хрипунова²*ГУ «Крымский государственный медицинский университет имени С.И. Георгиевского», кафедра нормальной физиологии¹, кафедра ЛФК, спортивной медицины и физиотерапии с курсом физического воспитания², г. Симферополь.*

THE FEATURES OF PATTERN OF CURRENT EEG IN HEALTHY CHILDREN AND CHILDREN WITH MENTAL RETARDATION

O.A. Zalata, S.A. Zinchenko, A.G. Tribirat, E.V. Evstafyeva, L.D. Chripunova

SUMMARY

Current EEG patterns were studied for healthy children and children with mental retardation 10-16 years during EEG tests. The atypical reacting of bioelectrical activity of brain was set on the cognitive [loading and expressed signifying] predominance of paradoxical EEG pattern for children with mental retardation .

ОСОБЛИВОСТІ ПАТТЕРНУ ПОТОЧНОЇ ЕЕГ У ЗДОРОВИХ ДІТЕЙ ТА ДІТЕЙ З ПОРУШЕННЯМ ПСИХІЧНОГО РОЗВИТКУ

О.О. Залата, С.А. Зінченко, О.Г. Трибрат, О.В. Євстафєєва, Л.Д. Хріпунова

РЕЗЮМЕ

Були вивчені патерни поточної ЕЕГ у здорових дітей і дітей з порушеннями психічного розвитку 10-16 років при проведенні ЕЕГ проб. Встановлено атипове реагування біоелектричної активності мозку на когнітивне навантаження і значні переважання парадоксального патерну ЕЕГ у дітей з порушеннями психічного розвитку.

Ключевые слова: дети, психическое развитие, паттерн ЭЭГ, функциональные пробы.

Исследование электроэнцефалограммы (ЭЭГ) здорового ребенка, изучение возрастных особенностей формирования ритмов мозга проводилось в фундаментальных работах Зислиной Н.Н., Фарбер Д.А., Благосклоновой Н.К., Новиковой Л.А. Были описаны амплитудно-частотные характеристики биопотенциалов мозга, ЭЭГ-феномены, характерные для различных периодов онтогенеза, определяемые при визуальном анализе. Отмечена большая индивидуальная вариабельность паттернов ЭЭГ у здоровых детей, а также их изменчивость в процессе роста [4, 12]. В настоящее время ЭЭГ диагностика при различных заболеваниях центральной нервной системы (ЦНС) у детей, прежде всего, широко применяется при неврологической патологии на разных этапах онтогенеза (эпилепсия, невротические расстройства, тики и др.) [5, 6, 7]. Что касается особенностей биоэлектрической активности при различных нарушениях психического развития, то сведения, встречающиеся в литературе немногочисленны и противоречивы. Имеются отдельные работы об особенностях паттерна текущей ЭЭГ, динамики соотношения диапазонов ЭЭГ-активности при разных функциональных состояниях мозга у детей с такими нарушениями психического развития, как синдром дефицита внимания и гиперактивности, задержки психического развития [10, 11, 13], интеллектуальные расстройства в связи с экологическим влиянием [2]. При этом интерес к изучению заболеваний,

связанных с расстройствами психического развития детей, обусловлен высокой частотой встречаемости и социальным значением этой патологии. Повышению ее распространенности способствуют усиление влияния социальных и экологических факторов на формирующуюся личность ребенка на разных этапах созревания ЦНС, отягощенность сопутствующими заболеваниями, рост числа перинатальных поражений нервной системы.

В связи с этим целью настоящей работы явилось установление особенностей паттерна текущей ЭЭГ у детей с нарушениями психического развития.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Вследствие существующей противоречивости и неспецифичности данных о различного рода аномалиях при использовании традиционной ЭЭГ, в анализе психологических и психических расстройств все чаще применяется компьютерная ЭЭГ. Накапливаемый материал показывает большую чувствительность ЭЭГ-характеристик к динамическим сдвигам во время смены функционального состояния мозга (ЭЭГ пробы).

Нами была обследована когорта детей - воспитанников школы-интерната №1 г. Симферополя. В группу вошли 30 человек (20 мальчиков и 10 девочек) от 10 до 16 лет (средний возраст $12,8 \pm 0,3$ лет), правши. Из всех обследованных детей 13 имеют специфические расстройства речи (F80) и расстройства психического развития (F88); 12

– органические эмоционально-лабильные расстройства (F06.65); 5 – гиперкинетические расстройства (F90); у 23% детей по данным медицинского обследования установлена задержка роста и развития. Диагностическая квалификация нарушений психического развития детей осуществлялась детскими психиатрами и психологами на основе данных клинического и психологического исследования. У 15 детей был установлен один из диагнозов, свидетельствовавших о задержке психического развития, а у 15 - два и более диагноза. При проведении нейрофизиологического обследования соблюдали этические нормы, необходимые при работе с детским контингентом [14]. Группу сравнения составили 17 не имевших выраженных неврологических нарушений мальчиков-ровесников (средний возраст $12,9 \pm 0,3$ лет), правшей, обучающихся в общеобразовательных школах г. Симферополя и регулярно занимающихся физической культурой (плавание).

Регистрацию и анализ ЭЭГ осуществляли по общепринятой методике с помощью компьютеризированного электроэнцефалографического комплекса («Тредекс», Украина). ЭЭГ-потенциалы отводили монополярно от 16 локусов (Fp1/2, F3/4, F7/8, C3/4, T3/4, T5/6, P3/4, O1/2) согласно международной системе «10–20». Процедура исследования включала в себя отведение текущей ЭЭГ: в состоянии двигательного покоя при закрытых (1) и открытых глазах (2), а также в ходе решения арифметической задачи (обратный счет в уме) при закрытых глазах (3). Анализ ЭЭГ включал несколько этапов. Первый заключался в просмотре ЭЭГ-файлов в ручном режиме и исключении двигательных и других

артефактов. Затем с помощью спектрального анализа ЭЭГ методом быстрого преобразования Фурье определяли спектральную композицию образцов ЭЭГ, зарегистрированных в 3-х функциональных состояниях раздельно. Длительность непрерывной записи каждого анализируемого фрагмента составляла 60 с. Вычисляли спектральные мощности (СМ) следующих частотных диапазонов и поддиапазонов: дельта- (1,5–4 Гц), тета- (4–8 Гц), альфа- (8–13 Гц), бета1- (14–20 Гц) и бета2- (20–30 Гц). Более подробно методика нейрофизиологического исследования описана в работе [8].

Перед статистической обработкой производили проверку данных на характер распределения по критериям Колмогорова-Смирнова и Лиллифорс. Поскольку исследуемые показатели ЭЭГ характеристик соответствовали нормальному закону распределения, использовали для анализа средние значения (M) и стандартное отклонение (SD). Внутригрупповое сравнение (данные по ЭЭГ-характеристикам в 3-х функциональных пробах) производили с помощью параметрического критерия Стьюдента (t), межгрупповое – критерия Манна-Уитни, используя программу Statistica 6.0 (Stat-Soft, 2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Амплитуда, топография, соотношение ритмов ЭЭГ являются важным диагностическим признаком и критерием функционального состояния различных областей коры головного мозга при реализации психической деятельности [4]. В связи с этим мы проанализировали, каким было распределение ЭЭГ-ритмов в каждой из функциональных проб в группе детей с нарушениями психического развития (табл. 1).

Таблица 1
Долевое распределение ЭЭГ-ритмов (%) при разных функциональных состояниях мозга (M±SD) у детей с нарушением психического развития (n=30)

Ритмический диапазон ЭЭГ	Проба «глаза закрыты»	Проба «глаза открыты»	Проба «решение задачи»
Дельта	12,4±2,7	13,8±2,6*** ↑	13,1±2,7
Тета	20,0±3,5	20,9±3,1	18,9±3,7** ↓
Альфа	34,2±6,4	27,2±6,2*** ↓	45,9±6,3*** ↑
Бета1	16,8±2,5	17,6±2,3	15,2±2,9*** ↓
Бета2	16,9±3,3	20,4±4,0*** ↑	17,7±3,6* ↓

Примечание: * - достоверность различий по критерию Стьюдента при $p < 0,05$; ** - 0,01; *** - $p < 0,001$.

Известно, что в состоянии функционального покоя с закрытыми глазами у детей этого возраста должен доминировать альфа-ритм [12], а при открывании глаз и во время решения когнитивных или логических задач различного уровня сложности его амплитуда должна существенно уменьшаться [15]. Как видно из полученных данных, у обследуемых детей наблюдали достоверное ($t=6,0$; $p=0,001$)

уменьшение доли альфа-ритма при открывании глаз и увеличение его доли при выполнении арифметического счета от исходного уровня.

В норме, кроме снижения доли альфа-ритма во время выполнения кратковременных умственных заданий, к которым относится решение простой арифметической задачи, должно изменяться соотношение ритмов текущей ЭЭГ в пользу

относительного повышения доли низкочастотного компонента в ЭЭГ (тета- и дельта-диапазоны) у детей этого возраста [1]. В нашем исследовании мы наблюдали не повышение, а достоверное уменьшение доли медленноволнового спектра тета-ритма ($t=2,4$; $p=0,02$) по сравнению с покоем и отсутствие в изменении дельта-ритма при сменах функционального состояния. Последний достоверно увеличивался только при открывании глаз ($t=-3,1$; $p=0,004$).

Известно, что у детей тета-ритм регистрируется при поисковом поведении и связанном с ним эмоциональном напряжении, он представляет собой мотивационную составляющую системы мозга [10]. Возможно, что дети с органическими эмоционально-лабильными расстройствами, которые составили 50% группы, и другими нарушениями психического развития не проявляют интереса к предлагаемому заданию, что находит отражение в появлении нетипичного соотношения ЭЭГ-ритмов при смене функциональных состояний: отсутствие снижения доли альфа-ритма при сенсорной и когнитивной активности и, особенно, отсутствие относительного повышения доли низкочастотных ритмов в ЭЭГ при когнитивной нагрузке.

Изменение доли высокочастотных ритмов ЭЭГ-диапазона (бета1-, бета2-) при функциональных

пробах у детей с нарушениями психического развития также носили нетипичный характер. Если при увеличении сенсорной активности (в пробе открывание глаз) имело место достоверное повышение доли бета2-диапазона ($t=-9,2$; $p=0,000$) и тенденция к повышению бета1- (табл.1), то при когнитивной нагрузке наблюдали отсутствие таких изменений. Иными словами распределение частотных диапазонов практически не отличалось от состояния физического покоя. Считают, что при решении математических задач должно регистрироваться как усиление бета1- поддиапазона ЭЭГ [2], так и бета2-, который связан с познавательными процессами, в частности с произвольным вниманием и сенсомоторной интеграцией [3].

Анализ распределения частотных диапазонов и его сравнение с опытной группой и группой здоровых детей показал следующее (табл.2). Доли каждого из частотных диапазонов в состоянии функционального покоя достоверно не различались. В тоже время обнаружены существенные различия в характере реакции ЭЭГ при функциональных пробах по сравнению с описанными выше особенностями реагирования мозга в подобных состояниях детьми с задержкой психического развития.

Таблица 2

Долевое распределение ЭЭГ-ритмов (%) при разных функциональных состояниях мозга ($M \pm SD$) у здоровых детей ($n=16$)

Ритмический диапазон ЭЭГ	Проба «глаза закрыты»	Проба «глаза открыты»	Проба «решение задачи»
Дельта	12,9±1,8	14,3±1,7*** ↑	13,9±3,3
Тета	19,5±3,2	20,9±2,8	18,8±5,6
Альфа	34,9±4,9	27,7±4,9*** ↓	32,6±6,4*** ↓
Бета1	15,6±2,8	16,6±2,3	15,5±2,6
Бета2	17,0±0,9	20,5±3,8*** ↑	18,1±3,5* ↑

Так, доля альфа- ритма в группе контроля достоверно снижалась по сравнению с состоянием покоя ($t=6,4$; $p=0,000$) при открывании глаз и решении задачи ($t=3,2$; $p=0,006$), что может свидетельствовать о нормальном типе реагирования мозговых структур на смену функциональных состояний.

Такой же типичной реакцией на арифметический счет было достоверное увеличение доли бета2-поддиапазона ($t=-2,4$; $p=0,03$), а также при смене спокойного бодрствования с закрытыми глазами на сенсорную активность ($t=-5,6$; $p=0,000$). Это может свидетельствовать о том, что при нормальном функционировании структур мозга, принимающих участие в обеспечении познавательных процессов, в отличии от детей с нарушениями психического развития, есть признаки увеличения объема произвольного внимания, необходимого при выполнении умственных операций [3]. Следует

отметить, что в ранее выполненной работе [9] мы установили достоверно худшие значения показателей произвольного внимания у детей с нарушениями психического развития по сравнению с таковыми у здоровых ровесников.

Что касается медленноволновой части спектра ЭЭГ, то мы наблюдали достоверное увеличение доли только дельта-ритма при открывании глаз по сравнению с состоянием функционального покоя как у здоровых детей ($t=-3,2$; $p=0,005$), так и у детей с нарушением психического развития ($t=-3,1$; $p=0,004$).

Для тета-диапазона достоверных изменений в долевых частях ритмических диапазонов в 3-х пробах ЭЭГ у детей группы контроля не зарегистрировали.

Таким образом, у детей с нарушением психического развития мы не установили типичного для этого возраста долевого распределения ритмов ЭЭГ при изменении функциональных состояний

мозга. Если при открывании глаз наблюдалась типичная реакция, то при когнитивной нагрузке такое реагирование было атипичным и выражалось в

увеличении доли альфа-диапазона по сравнению с долями медленно- и быстроволновой частей ЭЭГ-ритмов (рис.1).

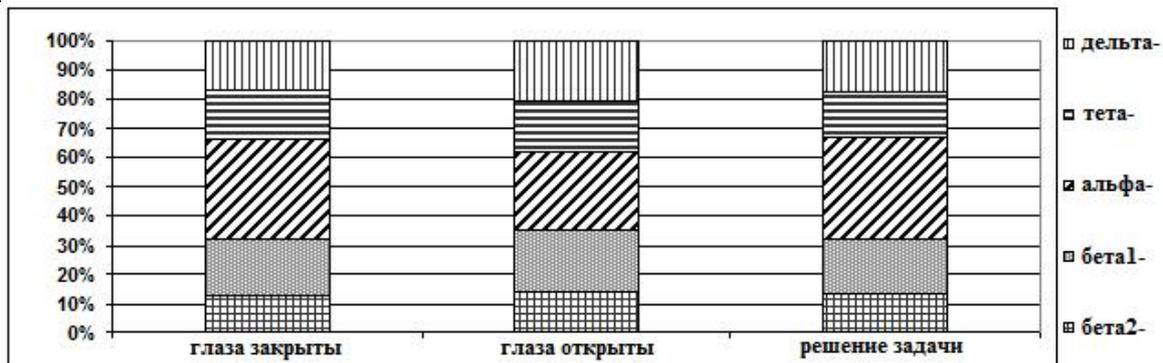


Рис. 1. Характер динамики соотношений долей ЭЭГ-ритмов в разных функциональных состояниях мозга у детей с нарушением психического развития (n=30).

Применение стандартного комплекса проб: глаза закрыты (функциональный покой), глаза открыты (сенсорная активность), решение арифметической задачи (когнитивная активность) при нейрофизиологическом исследовании дает возможность определить характер реагирования биоэлектрической активности мозга не только в

целой группе, но и у каждого обследуемого ребенка. Результаты анализа особенностей ЭЭГ-паттернов, зарегистрированных в 3-х функциональных состояниях у детей с разным уровнем психического развития, а также отдельно мальчиков и девочек опытной группы, представлены на рисунке 2.

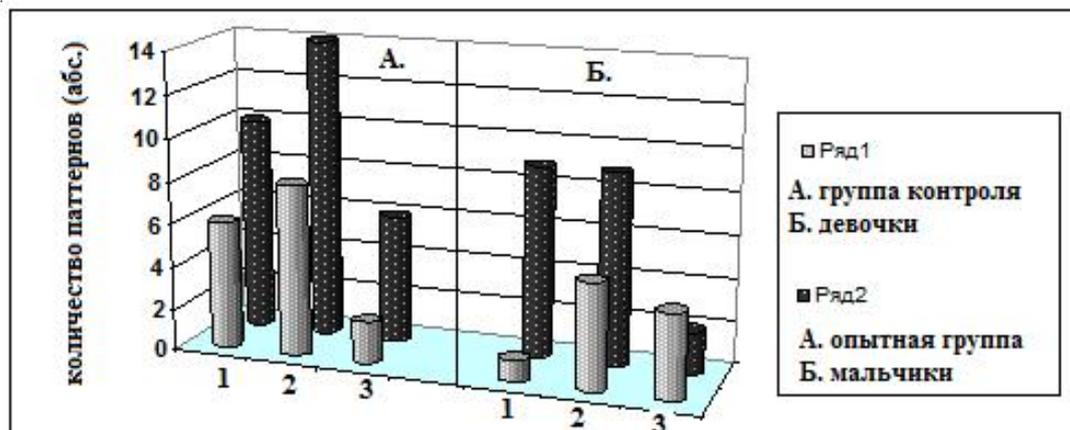


Рис. 2. Количество разных паттернов ЭЭГ-активности у здоровых детей и детей с нарушениями психического развития.

А – опытная группа и группа контроля; Б – мальчики и девочки с нарушением психического развития; 1 – типичный паттерн ЭЭГ; 2 – паттерн без динамики; 3 – нетипичный паттерн.

Среди всей группы детей с нарушениями психического развития практически в 50% случаев преобладал паттерн ЭЭГ без существенных изменений в амплитуде альфа-ритма во всех 3-х пробах (средневольтный тип ЭЭГ), а большинство таких случаев составили мальчики. У 6-ти детей опытной группы и у 2-х здоровых при регистрации ЭЭГ-активности альфа-ритм не доминировал ни в одной из проб (низковольтный тип ЭЭГ), что позволило нам отнести такие записи к нетипичным ЭЭГ-паттернам. У 46,7% части опытной группы имел место ЭЭГ паттерн, не претерпевающий динамики в процессе смен функционального

состояния и остающийся средневольтным, а у 20% детей он представлял собой нетипичный вариант низковольтной ЭЭГ.

При разделении опытной когорты на подгруппы, в соответствии с ведущим диагнозом, обнаружилось следующее. У детей со специфическими расстройствами речи и другими расстройствами психического развития ведущим был паттерн ЭЭГ с парадоксальным характером зонального распределения альфа-ритма, тогда как у детей с гиперкинезами и эмоционально-лабильными расстройствами такой характер ЭЭГ был представлен в единичных случаях (табл.3).

Таблица 3

Зональные различия альфа-ритма у детей с разным уровнем психического развития

Характер различий альфа-ритма	Органически-лабильные расстройства (F06.65) n=13	Специфические расстройства речи (F80). Другие расстройства психического развития (F88) n=12	Гиперкинезы (F90) n=5	Группа контроля n=16
Достаточное	6	1	3	7
Недостаточное	5	4	1	1
Парадоксальное	1	8	1	8

Таким образом, при сравнительной оценке ЭЭГ детей с разным уровнем психического развития нами были установлены достоверные различия по данным как визуального, так и спектрального анализов. Дети с нарушением психического развития по сравнению с практически здоровыми ровесниками характеризуются атипичным реагированием биоэлектрической активности мозга на когнитивную нагрузку и большим количеством случаев, чем у здоровых детей, парадоксального типа паттерна ЭЭГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аракелов Г.Г. Изменение узкополосных ЭЭГ-показателей при арифметическом счете у младших школьников / Г.Г. Аракелов, А.В. Фефилов // Психологический журн. – 2003. – Т.24, №5. – С. 81–87.
2. Биоэлектрическая активность мозга у детей, проживающих в зоне экологического неблагополучия / [Говорин Н.В., Элизбарян Е.Г., Злова Т.П., Горбачевская Н.Л.] // Журн. Невропатол. и психиатр. им. С.С. Корсакова. – 2005. – Т.105, №7. – С.45-48.
3. Данилова Н.Н. Психофизиология / Н.Н. Данилова. – М.: Аспект Пресс, 2000. – 373 с.
4. Дубровинская Н.В. Психофизиология ребенка: Психофизиологические основы детской валеологии / Н.В. Дубровинская, Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 144 с.
5. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии) / Л.Р. Зенков. – М.: МЕДпресс-информ, 2001. – 368 с.
6. Зміни біоелектричної активності мозку у дітей з невротичними розладами та ефекти Кідді Фарматон / [Арабська Л.П., Толкач С.І., Смірнова О.А. та ін.] // Современная педиатрия. – 2008. – №1(18). – С. 166-169.
7. Клаучек С.В. Особенности биоэлектрической активности головного мозга детей с различными формами последствий перинатальных поражений центральной нервной системы / С.В. Клаучек, Г.В. Клиточенко // Журн. Невропатол. и психиатр. им. С.С. Корсакова. – 2006. – №4. – С.43-45.
8. Корреляционный анализ суммарной электрической активности мозга и содержания химических элементов (свинец, стронций, кальций) в организме детей 12-13 лет, жителей экокризисных регионов Украины / [Залата О.А., Евстафьева Е.В., Трибрат А.Г., Слюсаренко А.В.] // Нейрофизиология – 2010. – Т.42, №5. – С. 442-450.
9. Нейронаука для медицины и психологии : материалы VIII международного междисциплинарного конгресса [“Нейронаука для медицины и психологии”], (Судак, 2-12 июня 2012 г.) / Физиологич. общество им. И.П. Павлова, ФГБУН РАН, Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины / Состояние когнитивных функций здоровых детей и детей с задержкой психического развития в связи с элементарным дисбалансом / О.А. Залата, Е.В. Евстафьева, 2012. – С.175.
10. Опыт применения препарата «Тенотен детский» у детей с задержкой психического развития / [Шалимов В.Ф., Макушкин Е.В., Новикова Г.Р., Нестеровский Ю.Е.] // Психиатрия. – 2009. – №4. – С.75-81.
11. Реорганизация паттерна ЭЭГ у подростков с дефицитом внимания и токсикоманией в процессе комплексного функционального лечения / [Яковлев Н.М., Косицкая З.В., Пинчук Д.Ю. и др.] // Патофизиология и биологические науки – 2005. – №2. – С.957-962.
12. Фарбер Д.А. Гетерогенность и возрастная динамика б-ритма электроэнцефалограммы / Д.А. Фарбер, В.Ю. Вильдавский // Физиология человека. – 1996. – Т. 22, № 5. – С. 5–12.
13. Delayed maturation in brain electrical activity partially explains the association between early environmental deprivation and symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder / [Katie A., McLaughlin, Nathan A. Fox et al.] // Biol. Psychiatry/ – 2010. – Vol.15, 68(4). P.329-336.
14. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. World medical association declaration. – Helsinki, 1964. – p. 15.
15. Pediatric Behavioral Neurology, Developing Brain and Cognition / Eds D.Farber, C. Njiokiktjien. – Amsterdam: Suit Publications, 1993 – 15 p.