

ИНФОРМАТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ У ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПЕРИНАТАЛЬНОГО ГЕНЕЗА

Н. Ю. Кожушко, доктор биологических наук

ФГБУН «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой» РАН, 197376, г. Санкт-Петербург,
ул. Акад. Павлова, д. 9

РЕЗЮМЕ Статья посвящена проблеме «зрелости/незрелости» при оценке возрастных особенностей ЭЭГ у детей с последствиями перинатального поражения центральной нервной системы. Выдвинуто предположение о том, что критерии возрастной сформированности структуры биоритмов должны основываться не только на частотных характеристиках альфа-ритма, но и на определенной его пространственной организованности (наличии теменно-затылочного фокуса ритма). Статистический анализ спектров мощности основных ритмов ЭЭГ продемонстрировал валидность критериев ее описания в клинической практике (визуальных паттернов). Показано также, что тип ЭЭГ формируется в раннем возрасте и, изменяясь по отдельным параметрам (частоте, амплитуде ритмов), с высокой вероятностью сохраняет свои базовые характеристики по критерию пространственной организованности ритмов. Наличие «незрелой» возрастной структуры биоритмов является маркером риска формирования проблем обучения и/или социализации на разных этапах развития ребенка. Выделение данного типа ЭЭГ на ранних стадиях онтогенеза позволяет принимать своевременные меры к минимизации таких рисков и оптимизации освоения детьми возрастных нормативных нагрузок. Отсутствие патологических форм активности не является единственным маркером соответствия ЭЭГ «норме».

Ключевые слова: дети, электроэнцефалография, последствия перинатального поражения ЦНС, спектры мощности ритмов, отставание в психомоторном развитии.

* Ответственный за переписку (corresponding author): kozhushko56@list.ru.

В неврологической практике при формировании заключения по электроэнцефалограмме (ЭЭГ), несмотря на изобилие предлагаемых компьютерных программ обработки, специалисты по функциональной диагностике часто описывают ее, ориентируясь на визуальный опыт. Отчасти это вызвано тем, что список различных индексов и коэффициентов по 16–20 отведениям с оценкой по целому ряду ритмов в покое и при нагрузках

заставляет врача выбирать из длинного перечня именно то, что является важным с точки зрения использования для диагностических и лечебных целей, а также то, что можно считать не более чем второстепенной деталью. Проблема такого выбора актуальна в связи с тем, что у детей с нарушениями психического развития при проведении МРТ или позитронной эмиссионной томографии аномалии развития мозга нередко не выявляются [1].

N. Yu. Kozhushko

ELECTROENCEPHALOGRAPHY INFORMATIVE SIGNS IN CHILDREN WITH PSYCHIC DEVELOPMENT DISORDERS OF PERINATAL GENESIS

ABSTRACT The problem of “maturity/immaturity” in EEG age features’ estimation in children with consequences of perinatal CNS disorders was considered. The author analyzed his own data and suggested that the criteria of age formation of biorhythm structure should be based not upon alpha-rhythm frequency features only but upon its definite spatial organization (presence of rhythm parietooccipital focus) also. Statistical analysis of power spectrum of EEG basic rhythms demonstrated its description criteria validity in clinical practice (visual patterns). It was also shown in the longitudinal survey that EEG type was formed in early childhood and along with some changes of separate parameters (such as frequency, rhythm amplitude) it reserved its basic features upon the criterion of rhythm spatial organization in high degree of probability. The presence of “immature” biorhythm age structure was the risk marker for education/socialization problems at various stages of child development. The isolation of this EEG type at early ontogenesis stages allowed to take up-to-date measures in order to minimize such risks and to optimize the process of age standard load mastering by such children. The absence of activity pathological forms was not the sole marker for “normal” EEG correspondence.

Key words: pediatric electroencephalography, consequences of perinatal CNS disorder, rhythm power spectrum, retardation in psychomotor development.

В таких случаях функциональные характеристики ЭЭГ могут быть более полезными в практическом отношении. Но если пароксизмальные формы активности выделяются электрофизиологами из записи без особого труда, оценка «зрелости/незрелости» структуры биоритмов, степени соответствия ее возрастным критериям «нормы» сопряжена с рядом сложностей [6, 7, 17].

Выделение информативных признаков ЭЭГ для оценки факторов риска отставания в психомоторном развитии у детей с отдаленными последствиями перинатального поражения центральной нервной системы (ЦНС) и является целью настоящего исследования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследованы дети в возрасте от 2 до 7 лет с перинатальным поражением ЦНС в анамнезе, которые наблюдались в клинике ИМЧ РАН в связи с жалобами на отставание в психомоторном и речевом развитии, повышенную утомляемость, ретартированность и т. п. В зависимости от уровня психомоторного развития дети были разделены на следующие основные группы: 1-я группа – 552 ребенка с нормальным уровнем развития высших психических функций (ВПФ) и речи; 2-я группа – 210 детей с нарушениями речи при нормальном уровне развития других ВПФ (темповые задержки развития речи, общее недоразвитие речи); 3-я группа – 254 ребенка с сочетанными нарушениями развития ВПФ и речи (задержки психического развития, расстройства аутистического спектра). Дети с генетическими аномалиями в исследование не включались.

Регистрация ЭЭГ производилась с помощью компьютерного энцефалографа ООО «Мицар». Расположение хлорсеребряных мостиковых электродов по международной системе 10–20, запись в полосе частот: нижняя граница – постоянная времени 0,1 с (при выделении фокуса альфа-ритма – 0,03 с), верхняя граница – 50 Гц. Сопротивление электродов не превышало 5 кОм. Запись осуществлялась монополярно по отношению к правому и левому ушному хлорсеребряным электродам и биполярно. Пакет программного обеспечения обработки ЭЭГ – Win EEG.

Для статистической обработки использовался метод оценки спектров мощности, как наиболее сопоставимый с особенностями клинической визуальной оценки параметров ЭЭГ [7]. Проведен сравнительный анализ спектров мощности по основным диапазонам ЭЭГ: 1-й диапазон – дельта (1–4 Гц), 2-й диапазон – тета (4–8 Гц), 3-й диапазон – альфа (8–12 Гц), 4-й диапазон – бета-1 (12–15 Гц), 5-й диапазон – бета-2 (15–18 Гц), 6-й

диапазон – бета-3 (18–25 Гц). Параметры вычисления спектров: эпоха анализа 4 с, полуперекрывание эпох 50%, временное окно Хеннинга, длительность анализируемого фрагмента ЭЭГ в покое при закрытых глазах около 1 мин. Статистический анализ при сравнении отдельных условий проводился с помощью двухфакторного дисперсионного анализа для повторных измерений с факторами «группа детей» (число уровней 3 и 2) и «локализация электродов» (число уровней 16).

При использовании клинического (визуального) анализа известные критерии типизации ЭЭГ покоя у детей дополнены параметрами пространственной организации альфа-ритма (наличия/отсутствия теменно-затылочного фокуса) и его амплитудного диапазона (низкоамплитудного – менее 50 мкВ, высокоамплитудного – от 50 до 100 мкВ). Статистическую значимость различий представленности типов ЭЭГ по группам детей определяли с помощью t-критерия.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При всем индивидуальном многообразии ЭЭГ у обследованных можно выделить 4 основных сочетания вышеупомянутых критериев при определении формальной структуры биоритмов:

- 1) ЭЭГ с наличием теменно-затылочного фокуса альфа-ритма и амплитудой альфа-волн 50–100 мкВ;
- 2) ЭЭГ с теменно-затылочным фокусом альфа-ритма и амплитудой ниже 50 мкВ;
- 3) ЭЭГ с отсутствием альфа-ритма, амплитудой быстрых асинхронных форм активности менее 50 мкВ;
- 4) ЭЭГ с несформированным теменно-затылочным фокусом альфа-ритма при повышенной дистантной синхронизации альфа- и тета-активности амплитудой 50–100 мкВ.

Феноменологически 3-й и 4-й типы могут быть обозначены по аналогии с классификацией ЭЭГ у взрослых Е. А. Жирмунской соответственно как десинхронный и гиперсинхронный типы [7] безотносительно механизмов их формирования.

У 85% обследованных детей 1-й группы (имеющих в анамнезе перинатальную энцефалопатию гипоксически-ишемического генеза, но не отстающих в психомоторном развитии), доминирующим был тип ЭЭГ с теменно-затылочным фокусом альфа-активности – как высокой, так и низкой амплитуды (1-е и 2-е вышеуказанные сочетания признаков обозначены как формально «зрелый» тип). При различных нарушениях психического развития у детей дошкольного возраста (2-я и 3-я группы) доля «зрелого» типа снижалась до 55%, а 32% детей имели «незрелый» низкоамплитудный

тип ЭЭГ (3-е сочетание). Частота остальных вариаций параметров ЭЭГ в обеих группах не превышала соответственно 15 и 13%.

Количественный анализ суммарных спектров мощности основных диапазонов ЭЭГ подтвердил валидность выделенных феноменологических критериев классификации ЭЭГ у детей с последствиями перинатального поражения ЦНС, выявив статистически значимые различия между группами детей с разным уровнем развития ВПФ и речи только по альфа-ритму (фактор «группа детей», $p < 0,001$). Статистически значимые межгрупповые различия в альфа-диапазоне выявлены и при анализе взаимодействия факторов «группа – локализация»: $F(30,1965) = 2.17$, $\epsilon = 0,1585$, $p < 0,001$. Различия между указанными группами детей в данном диапазоне имеют максимум выраженности в теменно-затылочных отделах (рис.). Видно, что максимальные значения спектров мощности альфа-ритма имеют дети с нормальным развитием ВПФ и речи. По мере усугубления отставания в развитии (от 2-й группы к 3-й) мощность альфа-активности достоверно снижалась.

Как показывает анализ литературы, преимущество в выборе критериев «зрелости» ЭЭГ отда-

ся частотным параметрам альфа-ритма [11–13]. Параметры пространственной его организованности и амплитудных диапазонов не используются авторами как классификационные возрастные критерии, хотя и выделяются при феноменологическом описании ЭЭГ [3, 11–15, 17].

Несмотря на выраженные различия визуальных паттернов, такие полярные типы ЭЭГ, как асинхронный и гиперсинхронный, могут быть объединены в континууме дисритмии как полярные точки [2]. Данный континуум позволяет «разместить» все многообразие индивидуальных ЭЭГ в диапазоне между этими двумя полюсами. Именно в дисритмии, с точки зрения Э. Б. Арушаняна [2], проявляется дезорганизация биологических ритмов вследствие начальной органической патологии мозга – в соответствии с принципами хронобиологии. «Дробность» количественных признаков, ужесточение критериев категоризации для выделения «чистого» типа неизбежно приводят к тому, что ЭЭГ отдельного ребенка не подпадает под определенный тип. Использование же дихотомического принципа в описании критериев возрастной структуры ЭЭГ (сформирован теменно-затылочный фокус альфа-ритма или нет) об-

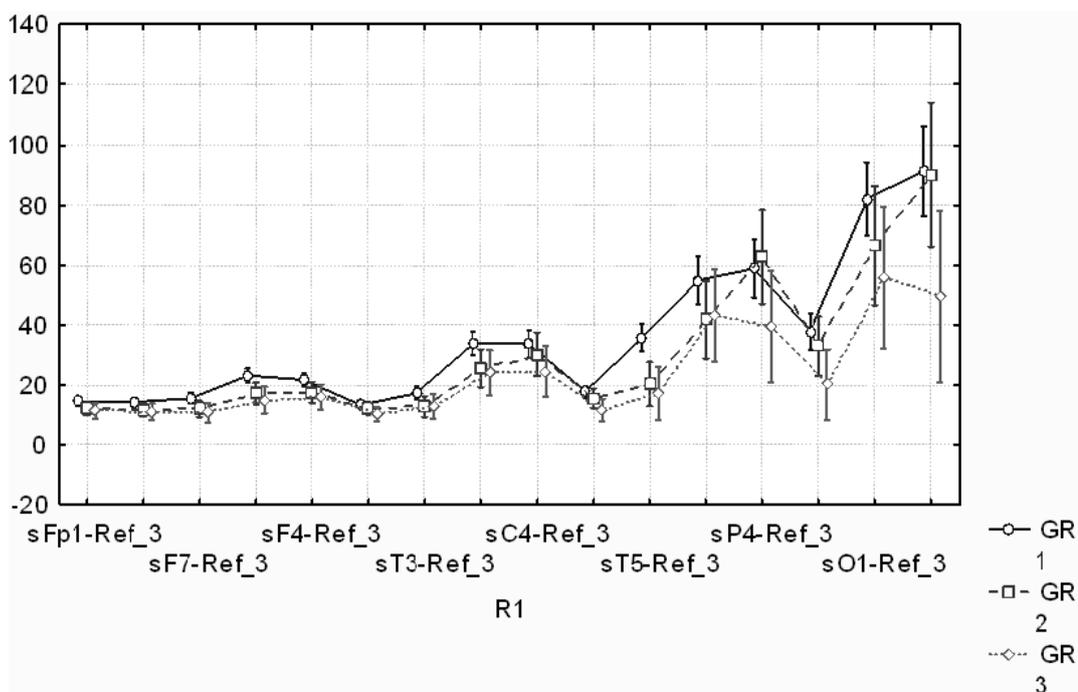


Рис. Сравнительный анализ спектров мощности электроэнцефалограммы в альфа-диапазоне (8–12 Гц – 3-й анализируемый диапазон) – распределение по отдельным отведениям у обследованных детей дошкольного возраста с разным уровнем развития высших психических функций и речи.

Примечание: по оси ординат – значения спектров мощности (мкВ^2); по оси абсцисс – отведения ЭЭГ (в соответствии с системой 10–20): слева направо – от лобных отведений к центральным и задним; четные – отведения справа, нечетные – слева (симметричными парами). В правом нижнем углу – обозначения групп дошкольников с разным уровнем развития высших психических функций и речи (1, 2, 3)

легчает процесс оценки формальной структуры биоритмов.

Речь идет не о выделении «нормы» ЭЭГ так таковой, а об использовании отдельных ее признаков для вероятностного прогноза проблем в развитии у детей с отдаленными последствиями перинатального повреждения ЦНС. В случае явных нарушений развития, диагностируемых на практике без особого труда (запаздывание формирования двигательных функций, отсутствие реакции на звуки, зрительного слежения за игрушками и т. п.) в определении «зрелости/незрелости» биоритмов ЭЭГ нет острой необходимости. В таких случаях ЭЭГ-исследование проводится как дополнительное в общей схеме неврологического обследования.

Но если неврологический статус ребенка с гипоксически-ишемическим поражением ЦНС в анамнезе к 1 году жизни улучшается (нормализуется мышечный тонус, исчезает тремор подбородка и ручек при плаче и т. п.), он снимается с поликлинического учета. И нередко такие дети исчезают из поля зрения практического здравоохранения до тех пор, пока к 3 годам не обнаруживается, что ребенок не владеет гигиеническими навыками, не может есть ложкой, не понимает в полном объеме обращенную речь и т. п. Тогда начинают говорить об отдаленных последствиях перинатальной патологии, и на повестке дня встает вопрос, можно ли было это прогнозировать на ранних этапах онтогенеза? Именно для таких случаев выделенные критерии «зрелости/незрелости» ритмов могут выступить в качестве «тревожных», если уже в 2–3 года у ребенка на ЭЭГ отмечен низкий уровень электрогенеза в диапазоне основного (альфа) ритма, практически не видны различия между отведениями, хотя патологических форм активности нет (эпикомплексов, генерализованных пароксизмов). Зато есть основания говорить о рисках (то есть о вероятности, а не обязательном следствии) нарушений в развитии тех или иных психических процессов. У одних детей число проблем сведется к минимуму в процессе естественного онтогенеза, а кто-то будет расти вместе со своими проблемами и при отсутствии адекватного лечения не сможет полноценно адаптироваться в среде сверстников [4].

Ранее нами было показано, что дети дошкольного и младшего школьного возраста, которые

по данным ЭЭГ-исследования имеют недостаточно сформированную («незрелую») возрастную структуру биоритмов, труднее поддаются лечению традиционными способами (фармакотерапия, логокоррекция) [9–10]. Было выявлено также, что изменение «незрелого» типа ЭЭГ с возрастом, то есть смена на «зрелый» тип, происходит у незначительной части детей с отдаленными последствиями перинатального поражения ЦНС (не более 20%) [5, 8, 16]. Иначе говоря, если в дошкольном возрасте ЭЭГ ребенка группы риска классифицирована как «незрелая» низкоамплитудная, то повышается вероятность того, что и на более поздних этапах онтогенеза она таковой и останется, создавая почву для формирования трудностей в обучении и/или социальной интеграции.

Наличие «незрелого» типа ЭЭГ у ребенка группы риска не является, естественно, безусловным критерием, ограничивающим психомоторное развитие. Это соответствует, с одной стороны, известному тезису о нозологической неспецифичности ЭЭГ, с другой – отражает лишь часть (хоть и важную) мозговых механизмов, обеспечивающих формирование возрастной структуры психической деятельности. Так, асинхронные ЭЭГ описаны и у интеллектуально достаточных детей с невротическими расстройствами, с синдромом гиперактивности и т. п.

В настоящем исследовании речь идет о факторе риска, который может быть выделен уже к 3 годам жизни и к которому может быть подобрана адекватная стратегия лечения, обучения, социальной адаптации [9–10]. Именно такой подход позволяет минимизировать риски формирования (усугубления) проблем у детей с последствиями перинатального поражения ЦНС.

ВЫВОДЫ

На основании анализа ЭЭГ детей с отдаленными последствиями перинатального поражения ЦНС в качестве критерия при оценке возрастной структуры биоритмов у данного контингента выделено наличие/отсутствие теменно-затылочного фокуса альфа-ритма.

Выявлен статистически значимый рост доли «незрелого» типа ЭЭГ в соответствии со степенью тяжести отклонений в развитии высших психических функций и речи перинатального генеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова, Н. Ш. Детские языковые синдромы (алалии, детские афазии, синдром Ландау-Клеффнера) / Н. Ш. Александрова // Журн. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. – 2007. – Т. 107, № 8. – С. 70–75.
2. Арушанян, Э. Б. Хронобиологическая природа нарушений познавательной деятельности мозга / Э. Б. Арушанян // Журн. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. – 2005. – Т. 105, № 11. – С. 73–78.
3. Безруких, М. М. Дифференцированное влияние функциональной зрелости коры и регуляторных структур мозга на показатели познавательной деятельности у детей 7-8 лет / М. М. Безруких, Р. А. Мачинская, Г. А. Сугрובה // Физиология человека. – 1999. – Т. 25, № 5. – С. 14–21.
4. Безруких, М. М. Трудности обучения в начальной школе / М. М. Безруких. – М. : Астрель, 2004. – 350 с.
5. Возрастные особенности формирования биоэлектрической активности мозга у детей с отдаленными последствиями перинатального поражения ЦНС. Сообщение II. Типология ЭЭГ в норме и при нарушениях психического развития / Н. Ю. Кожушко [и др.] // Физиология человека. – 2011. – Т. 37, № 3. – С. 5–12.
6. Гуткина, Н. И. Психологическая готовность к школе / Н. И. Гуткина. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Питер, 2004. – 208 с.
7. Жирмунская, Е. А. Электроэнцефалография в клинической практике / Е. А. Жирмунская, В. С. Лосев. – М. : [б. и.], 1997. – 118 с.
8. Зенков, Л. Р. Клиническая электроэнцефалография с элементами эпилептологии / Л. Р. Зенков. – М. : МЕДпресс-информ, 2002. – 368 с.
9. Кожушко, Н. Ю. Возрастные особенности формирования биоэлектрической активности мозга у детей с отдаленными последствиями перинатального поражения ЦНС. Сообщение I. Спонтанная активность / Н. Ю. Кожушко // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 1. – С. 5–14.
10. Микрополяризации у детей с нарушением психического развития, или как поднять планку ограниченных возможностей / М. П. Ломарев [и др.] ; под ред. Н. Ю. Кожушко. – СПб. : КАРО, 2011. – 334 с.
11. Лукашевич, И. П. Исследование нейрофизиологических механизмов задержки психического развития у детей. Структурный анализ ЭЭГ / И. П. Лукашевич, Р. И. Мачинская, М. Н. Фишман // Физиология человека. – 1998. – Т. 24, № 1. – С. 16–20.
12. Мачинская, Р. А. Динамика электрической активности мозга у детей 5–8-летнего возраста в норме и при трудностях обучения / Р. А. Мачинская, И. П. Лукашевич, М. Н. Фишман // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, № 5. – С. 5–11.
13. Мачинская, Р. И. Функциональное созревание мозга и формирование нейрофизиологических механизмов избирательного произвольного внимания у детей младшего школьного возраста / Р. И. Мачинская // Физиология человека. – 2006. – Т. 32, № 1. – С. 26–36.
14. Новикова, Г. Р. Состояние высших психических функций у детей, поступающих в 1 класс общеобразовательной школы (по результатам нейропсихологического обследования) / Г. Р. Новикова // Дефектология. – 2000. – № 2. – С. 51–56.
15. Рожкова, Л. А. Спектральная мощность ЭЭГ детей младшего школьного возраста с перинатальной патологией ЦНС / Л. А. Рожкова // Физиология человека. – 2008. – Т. 34, № 1. – С. 28–38.
16. Фарбер, Д. А. Электроэнцефалограмма детей и подростков / Д. А. Фарбер, В. В. Алферова. – М. : Педагогика, 1972.
17. Eeg-Olofsson O. Longitudinal developmental course of electrical activity of brain / O. Eeg-Olofsson // Brain Development. – 1980. – Vol. 2. – P. 33–44.
18. Bennett S. A 3-year longitudinal study of school-aged children's fundamental frequencies / S. Bennett // J. Speech Hear. Res. – 1983. – Vol. 26. – P.137–141.
19. Martinovic, Z. EEG power spectra of normal preadolescent twins. Gender differences of quantitative EEG maturation / Z. Martinovic, V. Jovanovic, D. Ristanovic // Neurophysiology Clinic. – 1998. – Vol. 28. – P. 231–248.