

УДК 612.821

ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНОЙ ДИНАМИКИ ЭЭГ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТРАНСКРАНИАЛЬНЫХ МИКРОПОЛЯРИЗАЦИЙ

© 2019 г. Н. Ю. Кожушко¹, *, С. А. Евдокимов¹

¹ФГБУН Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН,
Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: kozhushko@ihb.spb.ru

Поступила в редакцию 08.11.2018 г.

После доработки 01.03.2019 г.

Принята к публикации 03.04.2019 г.

Проведены сравнительные исследования спектральной мощности ЭЭГ в основных диапазонах (4–20 Гц) у детей с нарушениями психоречевого развития (ЗПРР) перинатального генеза под влиянием транскраниальных микрополяризаций (ТКМП). В покое при закрытых глазах выявлено повышение средней частоты α -активности в возрастном теменно-затылочном фокусе (9–10 Гц), а также ее спектральной мощности с акцентом в правом полушарии. В бодрствовании при открытых и закрытых глазах обнаружено снижение спектральной мощности β -активности в правой задневисочной области коры больших полушарий у детей с ЗПРР на курсах ТКМП. В данной группе детей при открытых глазах обнаружено также снижение спектральной мощности θ -активности частотой 4–5 Гц в левой задневисочной области с возрастом (выявлена обратная корреляционная связь).

Ключевые слова: ЭЭГ, перинатальная патология ЦНС, нарушения психического развития, транскраниальные микрополяризации (ТКМП).

DOI: 10.1134/S0131164619040052

Известно, что у детей с нарушениями развития речи и других психических процессов, помимо пароксизмальных форм активности на ЭЭГ, нередко признаки “незрелости” возрастной структуры биоритмов (недостаточной сформированности теменно-затылочного фокуса α -ритма, повышенной доли медленных волн θ -диапазона по сравнению с возрастными нормативами и др.) [1–10].

Ранее и в наших исследованиях было показано, что у дошкольников, имеющих в анамнезе перинатальную энцефалопатию (ПЭП), доля “незрелого” типа ЭЭГ у детей без отставания в развитии составляла не более 15% [11]. В то же время у детей с отставанием в психоречевом развитии она достигала 55.3%. Было установлено также, что у отстающих детей, имеющих положительную динамику в развитии на традиционной фармакотерапии, ЭЭГ имела признаки “незрелости” в 43.6% случаев.

При отсутствии позитивных сдвигов в развитии это число достигало 61.0% (различия достоверны при $p < 0.001$). Именно данная группа являлась объектом наших исследований ЭЭГ в связи с проведением курсов транскраниальных микрополяризаций (ТКМП) с целью стимулирования развития речи и других психических процессов. Ранее нами у детей с нарушениями психоречево-

го развития были выделены гипотетические источники медленной активности в лобно-височных отделах коры больших полушарий, показано повышение мощности медленных компонент в соответствии со степенью тяжести отставания в развитии [12]. Лонгитюдный анализ спектральной мощности основных диапазонов ЭЭГ (у одних и тех же детей на разных этапах коррекции с использованием ТКМП) показал достоверный прирост уровня α -ритма в теменно-затылочных отделах коры, а также значимое снижение медленной активности в лобно-височных областях левой гемисферы [13]. Эти изменения были выявлены у отстающих детей с разными исходными типами ЭЭГ (асинхронными, гиперсинхронными, без регионарных различий и др.).

Целью данного исследования стало выделение особенностей возрастной динамики биоэлектрической активности головного мозга детей с ЗПРР перинатального генеза под влиянием курсового лечения с использованием ТКМП.

МЕТОДИКА

Клинические ЭЭГ-исследования проведены в состоянии бодрствования при открытых и закрытых глазах у 124 детей 3–8 лет, имевших в анамнезе перинатальную энцефалопатию. В соответ-

ствии со стандартами обследования пациентов при проведении курса ТКМП наличие ЭЭГ является обязательным для исключения эпилептиформной активности. В первую (контрольную) группу вошли 69 чел. без отставания в психическом развитии (в т.ч. 32 девочки); средний возраст 5.9 лет ($SD = 1.6$). Вторая группа детей имела задержку психоречевого развития (ЗПРР) и проходила традиционное лечение (фармакотерапия с использованием когитума, кортексина, глиатилина и др., логотерапия и др.), состояла из 27 чел. (в т.ч. 4 девочки), средний возраст 5.6 лет ($SD = 1.1$). Третья группа детей с ЗПРР проходила лечение с использованием ТКМП, состояла из 28 чел. (в т.ч. 7 девочек), средний возраст 6.1 лет ($SD = 1.4$). Третью группу с учетом ранее полученных нами данных [13] дополнительно разделили на 2 подгруппы в зависимости от количества проведенных курсов ТКМП: группа 3а – от 1 до 3 курсов, группа 3б – более 3 курсов. При проведении сравнительного анализа указанные группы детей были выравнены по возрастному составу по U -критерию Манна–Уитни.

Запись ЭЭГ производили в покое в течение 2–4 мин. Расположение хлорсеребряных электродов по международной схеме “10-20”. Регистрацию ЭЭГ производили в 19 отведениях с помощью компьютерного энцефалографа ООО “Мицар”. Сопротивление ЭЭГ-электродов не превышало 5 кОм. Запись осуществляли монополярно по отношению к правому и левому ушному хлорсеребряным электродам. Параметры фильтров – ФВЧ и ФНЧ – составляли соответственно 0.5 и 45 Гц. Коррекцию артефактов глазных движений осуществляли методом фильтрации главных компонент, соответствующих этим движениям с акцентом в лобных отведениях Fp_1 , Fp_2 [14]. Применение метода главных компонент обусловлено небольшой длительностью безартефактной ЭЭГ [15]. При анализе исключали также фрагменты ЭЭГ, содержащие высокоамплитудные артефакты быстрых колебаний частотой от 20 до 35 Гц с амплитудой более 20 мкВ, медленных колебаний частотой от 0 до 1 Гц более 50 мкВ, а также производили удаление скачков потенциала больше 120 мкВ. В работе использовали монополярный монтаж “общий усредненный референт” (A_v).

Провели сравнительный анализ спектров мощности по основным диапазонам ЭЭГ: θ (4–8 Гц), α (8–13 Гц), β (13–20 Гц). Параметры вычисления спектров: стандартная эпоха анализа 2 с, полуперекрывание эпох 50%, временное окно Хеннинга. Сравнивали спектры мощности диапазонов ЭЭГ, нормированные по отношению к суммарной спектральной мощности в диапазоне от 1 до 20 Гц, усредненные у детей указанных групп.

Для проведения корреляционного анализа возрастной динамики вычисляли коэффициент корреляции Пирсона, при этом средние значения спектральной мощности логарифмировали для нормализации распределения.

ТКМП проводили с акцентом на области левого полушария – вблизи корковых проекций речевых центров, ассоциативных областей и др. по запатентованным схемам [11, 16]. Для уточнения проекций внутримозговых ориентиров на поверхности головы использовали координаты схемы черепно-мозговой топографии Кренлейна [16]. ТКМП проводили с помощью серийного прибора для физиотерапии (“ЭЛФОР-проф”, регистрационное удостоверение Минздравсоцразвития № ФСР 2010/08893). Использовали электроды из токопроводной резины (площадью около 3 см²), которые устанавливали на коже головы ребенка через 6–8 слоев фланелевой прокладки. Время экспозиции тока 20 мин, интенсивность воздействия 40–120 мкА (по самочувствию), плотность тока соответственно от 13 до 40 мкА/см². Катод располагали на сосцевидном отростке либо в проекции затылочной кости рядом с затылочным отверстием одноименного (с положением анода) полушария. Положение анода выбирали по принципу нейропсихологического соответствия между нарушенными психическими функциями (импрессивная, экспрессивная речь, крупная и мелкая моторика, ассоциативная деятельность и др.) и областью-мишенью, связанной с данной функцией (поля Бродмана) [16]. Число сеансов на курс определяли, исходя из ранее полученных эмпирических данных, по схеме “возраст ± 1 ” по самочувствию, при отсутствии устойчивых побочных эффектов. Перерыв между курсами ТКМП 0.5–1 год.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнительный анализ спектральной мощности ЭЭГ обследованных детей в состоянии бодрствования выявил следующие различия (рис. 1).

При закрывании глаз у детей с ЗПРР на традиционной терапии (группа № 2) по сравнению контрольной группой (№ 1) отмечено снижение уровня α -активности частотой 8 и 10 Гц в теменно-затылочном фокусе, однако эта тенденция была статистически не значима (рис. 1, А).

При проведении ТКМП не более трех курсов (группа 3а) выявлено снижение по сравнению с контрольной группой доли α -активности частотой 8 Гц в теменных отведениях (P_z , P_4), но оно также было статистически незначимо ($p < 0.98$) (рис. 1, Б, а). В задних отделах отмечено также повышение доли α -активности более высоких частот (9 Гц) с акцентом справа (рис. 1, Б, б), но и

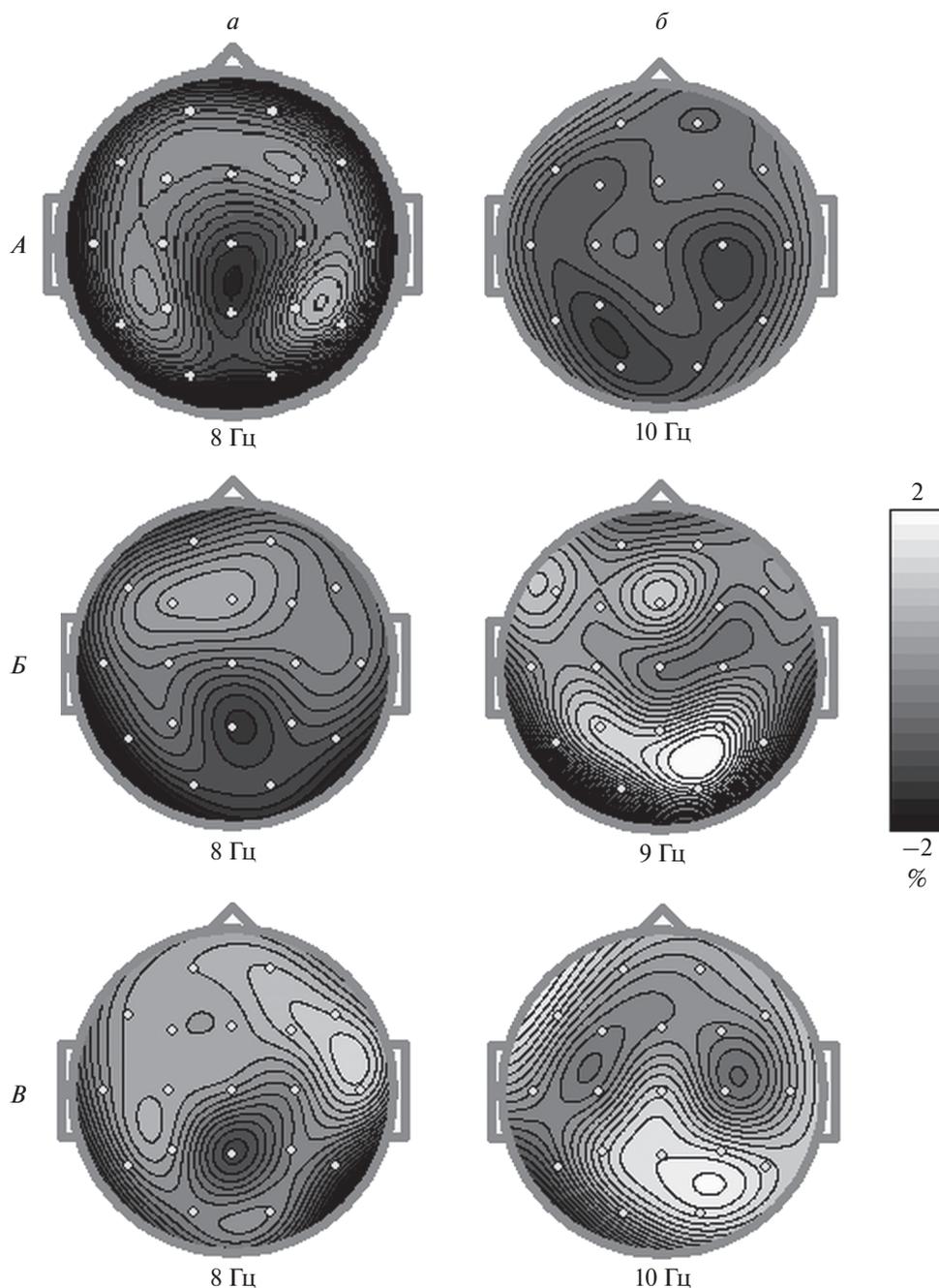


Рис. 1. Сравнительный анализ спектральной мощности ЭЭГ в α -диапазоне у детей с ЗППР в состоянии бодрствования (глаза закрыты).

A – различия спектров между группой 2 (ЗППР на традиционной терапии) и контрольной группой (1), *Б* – различия спектров между подгруппой 3а (не более 3 курсов ТКМП) и контрольной группой, *В* – достоверные различия спектров между подгруппой 3б (более 3 курсов ТКМП) и контрольной группой. *a* – топограммы для средней частоты 8 Гц, *б* – для 9 и 10 Гц. Значения на топограммах приведены в относительных единицах – в % по отношению к суммарному спектру ЭЭГ в диапазоне от 1 до 20 Гц.

эти различия были недостоверны и присутствовали в виде тенденции ($p < 0.27$).

И лишь после проведения более трех курсов ТКМП (группа 3б) вышеописанные тенденции приобретали достоверный характер на частоте

10 Гц, с акцентом в правой полушарии ($p < 0.02$, рис. 1, *В, б*). Были выявлены изменения мощности и в низкочастотной области α -активности (поддиапазон 8 Гц), но они оказались статистически незначимы (рис. 1, *В, а*).

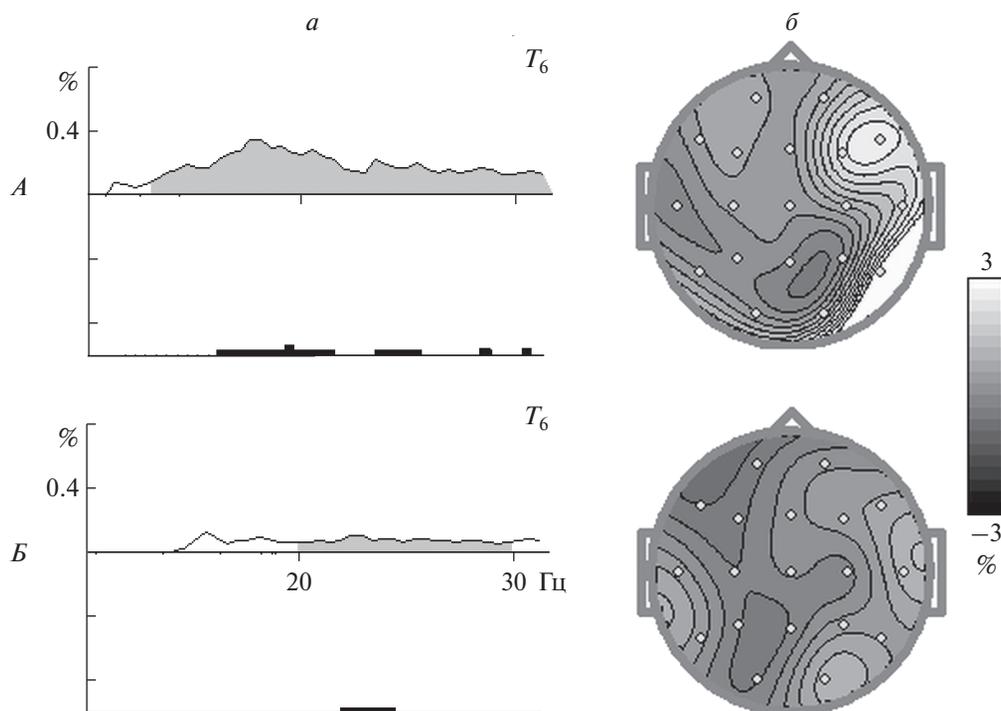


Рис. 2. Анализ спектральной мощности ЭЭГ в β -диапазоне в правой задневисочной области коры (T_6 по международной схеме 10–20) на курсах ТКМП.

A – бодрствование, глаза открыты, *B* – глаза закрыты. *a* – по оси абсцисс – разница значений спектральной мощности в относительных единицах (группа 3а минус 3б), по оси ординат – частота в Гц, серым залиты области анализируемых частот ЭЭГ. Достоверные отличия при $p < 0.05$ отмечены жирным под графиком. *б* – топограммы выявленных различий по всем отведениям.

Анализ спектральной мощности ЭЭГ в β -диапазоне также выявил статистически значимые различия в зависимости от количества пройденных курсов ТКМП (рис. 2). Они обнаружены в правой задневисочной области коры (T_6) в виде снижения мощности β -активности при большем количестве курсов ТКМП и были более выражены при открытых глазах по сравнению с закрытыми глазами (рис. 2). В α - и θ -диапазонах при открытых глазах достоверных межгрупповых различий спектров мощности не выявлено (группы 1, 2, 3).

При открытых глазах различия по медленным частотам были выявлены при анализе корреляционных связей (скатерограммы на рис. 3). Так, в левой задневисочной области (T_5) выявлена обратная корреляционная связь между активностью в θ -диапазоне (4–5 Гц) и возрастом детей с ЗПРР. Иначе говоря, с возрастом мощность θ -активности указанных частот снижается в обеих группах детей с ЗПРР (на традиционной терапии и на ТКМП). Однако на традиционной терапии эти различия были статистически незначимы и представлены в виде тенденции (рис. 3, *A*, группа 2, $r = -0.31$, $p < 0.11$). В то время как при использовании ТКМП указанные различия мощности приобретают достоверный характер (рис. 3, *B*, группа 3,

$r = -0.57$, $p < 0.001$). Это тем более важно, что исходно в младшем возрасте у детей с ЗПРР на курсах ТКМП средняя мощность спектров θ -активности была почти в 2 раза выше (см. значения по оси абсцисс – рис. 3, *B*), чем у детей на традиционной терапии (рис. 3, *A*).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Индивидуальные особенности развития детей, различия типов ЭЭГ (амплитудно-временные характеристики, пространственная организованность ритмов и др.) создают широкую вариативность электрофизиологических данных. Это касается и однократных, и повторных исследований, когда речь идет о сравнении детей разного возраста, с разной степенью отставания в психическом развитии, на разных этапах коррекционного процесса и т.п. Ранее нами в лонгитюдных исследованиях (у одних и тех же детей) в бодрствовании с закрытыми глазами описан достоверный прирост спектральной мощности основного (α) ритма в возрастном теменно-затылочном фокусе без убедительной асимметрии, а также значимое снижение медленной активности в лобно-височных областях левой гемисферы в ходе коррекционного процесса с использованием ТКМП [13].

При исследовании положительного влияния курсового применения ТКМП в данной работе выделен достоверный сдвиг спектральной мощности α -активности диапазона в сторону более высоких частот (поддиапазон 9–10 Гц), с появлением акцента в правом полушарии – при том, что 95% сеансов ТКМП проводилось на области левой гемисферы. В предыдущих исследованиях нами была описана межполушарная асимметрия за счет исходного (без ТКМП) снижения спектров мощности разных диапазонов ЭЭГ в отделах левой гемисферы у отстающих детей [11]. Полученные нами данные все еще не дают однозначного ответа на вопросы, имеется ли в случаях отставания в психическом развитии аномальное развитие межполушарных взаимоотношений вследствие перинатального поражения ЦНС, а также преобладание “вынужденной леворукости” [17–26]. Дискуссионным остается вопрос и о том, стимулируют ли курсы ТКМП оптимизацию межполушарного баланса за счет повышения биологических возможностей поврежденной стороны, или эффекты ТКМП носят компенсаторный характер, когда сохранные звенья системы берут на себя дополнительно функции неработающих элементов. Есть вероятность, что данная модель исследований межполушарной асимметрии с помощью физиологического воздействия склоняет чашу весов об отношениях между правым и левым полушарием по принципу “часть–целое” [17].

Процессы “ускорения” корковой ритмики касаются не только α -диапазона, но и медленной активности, представленность которой снижается в общем спектре ЭЭГ, в том числе у детей с более выраженным отставанием в развитии на курсах ТКМП, у которых исходная мощность медленных волн почти вдвое выше, чем у детей с ЗППР, которым достаточно курсов традиционной фармакотерапии.

В зоне внимания присутствует также и β -диапазон, где нами ранее методом анализа независимых компонент при расстройствах аутистического спектра был выявлен локальный β -источник в правой затылочной области коры [27]. В данном исследовании выявлено достоверное снижение β -волн в правой задневисочной области под влиянием курсов ТКМП. Возможно, заинтересованность задних отделов коры неслучайна, поскольку не менее 50% обследованных детей на курсах ТКМП имеют особенности поведения, описываемые в литературе как аутичные черты разной степени выраженности (избегание тактильного и зрительного контакта, индифферентное отношение к близким, детям в детском саду, слабый отклик на имя, отсутствие обращенной речи, стереотипии, избирательность в еде и т.п.).

Использование в наших исследованиях как лонгитюдного метода (повторных исследований у

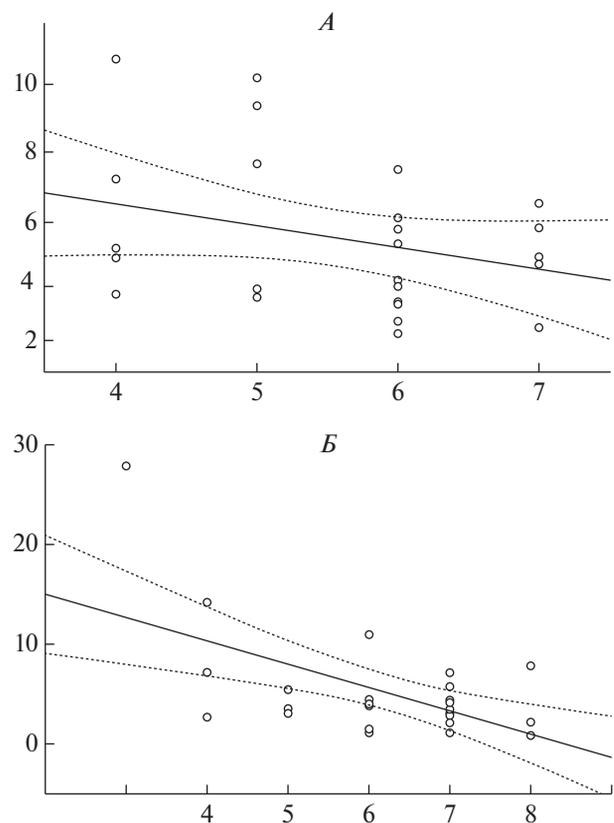


Рис. 3. Корреляционный анализ спектральной мощности ЭЭГ в θ -диапазоне в левой задневисочной области (T_5) у детей с ЗППР в бодрствовании (глаза закрыты).

А – скатерограмма детей 2-й группы (ЗППР без ТКМП), *Б* – скатерограмма детей 3-й группы (ЗППР с ТКМП). По оси абсцисс – возраст детей (лет); по оси ординат – средние значения спектральной мощности θ -волн в диапазоне 4–5 Гц (мкВ^2).

одних и тех же детей), так и метода поперечных возрастных срезов (исследований у разных детей) позволило получить более целостную электрофизиологическую картину изменений активности мозга детей с нарушениями психоречевого развития. Ослабление влияния индивидуальных особенностей биоэлектрической активности при групповых сравнениях позволило выделить общие закономерности в динамике ритмов ЭЭГ под влиянием курсов ТКМП как по частотным параметрам, так и в отношении локальных акцентов достоверных изменений спектров мощности. Накопление данных ЭЭГ на протяжении достаточно длительного периода наблюдений у детей на курсах ТКМП позволяет формировать все более полную картину позитивных вызванных изменений в деятельности мозга под влиянием направленного воздействия в случаях отклоняющегося онтогенеза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, достоверные изменения основных ритмов ЭЭГ у детей с ЗПРР перинатального генеза в состоянии бодрствования при использовании ТКМП представлены в виде:

1. повышения при закрытых глазах спектральной мощности α -активности частотой 9–10 Гц в теменно-затылочных отделах с акцентом в правом полушарии (при количестве курсов ТКМП более 3-х);

2. снижения при открытых и закрытых глазах спектральной мощности β -активности в правой задневисочной области коры больших полушарий;

3. снижения при открытых глазах спектральной мощности θ -активности частотой 4–5 Гц в левой задневисочной области с возрастом (обратная корреляционная связь).

Этические нормы. Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены локальным биоэтическим комитетом Института мозга человека им. Н.П. Бехтерева РАН (Санкт-Петербург).

Информированное согласие. Каждый участник исследования представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

Благодарности. Авторы выражают благодарность научному сотруднику Института мозга человека им. Н.П. Бехтерева РАН (Санкт-Петербург) Ю.К. Матвееву за помощь в проведении ТКМП.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башина В.М., Горбачевская Н.Л., Симашкова Н.В. и др. Клинические, нейрофизиологические и дифференциально-диагностические аспекты изучения тяжелых форм раннего детского аутизма // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 1994. Т. 94. № 4. С. 68.
2. Троицкая Л.А. Логопедические нарушения у детей с эпилепсией // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2005. Т. 105. № 8. С. 14.
3. Мачинская Р.И., Курганский А.В. Фронтальные билатерально-синхронные тета-волны и когерентность фоновой ЭЭГ у детей 7–8 и 9–10 лет с трудностями обучения // Физиология человека. 2013. Т. 39. № 1. С. 71.
4. Заваденко Н.Н., Немкова С.А. Нарушения развития и когнитивные дисфункции у детей с заболеваниями нервной системы. М.: РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ. 2016. 300 с.
5. Симашкова Н.В., Ключник Т.П., Якупова Л.П. и др. Клинико-биологические аспекты расстройств аутистического спектра. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2016. 288 с.
6. Akshoomoff N., Farid N., Courchense E., Hass R. Abnormalities on the neurological examination and EEG in young children with pervasive developmental disorders // J. Autism and Developmental Disorders. 2007. V. 37. № 5. P. 887.
7. Mathewson K.J., Jetha M.K., Drmic I.E. et al. Regional EEG alpha power, coherence, and behavioral symptomatology in autism spectrum disorder // Clin. Neurophysiol. 2012. V. 123. P. 1798.
8. Arns M., Conners C.K., Kraemer H.C. A decade of EEG Theta/Beta Ratio Research in ADHD: a meta-analysis // J. Atten. Disord. 2013. V. 17. № 5. P. 374.
9. Strzelecka J. Electroencephalographic studies in children with autism spectrum disorders // Res. in Autism Spectrum Disorders. 2014. V. 8. P. 317.
10. Amatachaya A., Jensen M.P., Patjanasoonorn N. et al. The short-term effects of transcranial direct current stimulation on electroencephalography in children with autism: a randomized crossover controlled trial // Behav. Neurology. 2015. V. 2015. Article 928631. P. 11.
11. Микрополяризации у детей с нарушением психического развития или как поднять планку ограниченных возможностей / Под ред. Кожушко Н.Ю. СПб.: «КАРО», 2011. 336 с.
12. Кожушко Н.Ю., Евдокимов С.А., Матвеев Ю.К. и др. Исследование локальных особенностей ЭЭГ у детей с нарушениями психического развития методом независимых компонент // Физиология человека. 2014. Т. 40. № 5. С. 30.
13. Кожушко Н.Ю., Евдокимов С.А., Матвеев Ю.К. Нейрофизиологические маркеры возрастной динамики нарушенного психического развития у детей // Физиология человека. 2018. Т. 44. № 2. С. 99.
14. Ille N., Berg P., Scherg M. Artifact correction of ongoing EEG using spatial filters based on artifact and brain signal topographies // J. Clin. Neurophysiol. 2002. V. 19. № 2. P. 113.
15. Терещенко Е.П., Пономарев В.А., Кропотов Ю.Д., Мюллер А. Сравнение эффективности различных методов удаления артефактов морганий при анализе количественной электроэнцефалограммы и вызванных потенциалов // Физиология человека. 2009. Т. 35. № 2. С. 130.
16. Кожушко Н.Ю., Кропотов Ю.Д., Матвеев Ю.К. и др. Структурно-функциональные особенности мозга детей с нарушениями психического развития и возможности направленного физиологического воздействия // Физиология человека. 2014. Т. 40. № 4. С. 36.
17. Леутин В.П., Николаева Е.И. Функциональная асимметрия мозга: мифы и действительность. СПб.: «Речь», 2005. 368 с.
18. Доброхотова Т.А. Нейропсихиатрия. М.: БИНОМ, 2013, изд. 2. 304 с.
19. Николаенко Н.Н. Руководство по медицинской психологии. СПб.: Наука, 2017. 512 с.

20. Семенович А.В. Нейропсихологическая коррекция в детском возрасте. М.: "Генезис", 2017. 474 с.
21. Храковская М.Г. Афазия. Агнозия. Апраксия. Методики восстановления. СПб.: Нестор-История, 2017. 312 с.
22. Буклина С.Б., Баталов А.И. Восстановление речи при афазии: правое полушарие враг или друг? // Физиология человека. 2018. Т. 44. № 2. С. 52.
23. Floris D.L., Chura L.R., Holt R.J. et al. Psychological correlates of handedness and corpus callosum asymmetry in autism: the left hemisphere dysfunction theory revisited // J. Autism and Developmental Disorders. 2013. V. 43. № 8. P. 1758.
24. Lindell A.K., Hudry K. Atypicalities in cortical structure, handedness, and functional lateralization for language in autism spectrum disorders // Neuropsych. Rev. 2013. V. 23. № 3. P. 257.
25. Anglade C., Thiel A., Ansaldo A.I. Complementary role of the cerebral hemispheres in recovery from aphasia after stroke: a critical review of literature // Brain Inj. 2014. V. 28. № 2. P. 138.
26. Bidelman G.M., Howell M. Functional changes in inter- and intra-hemispheric cortical processing underlying degraded speech perception // Neuroimage. 2016. V. 124. Pt. A. P. 581.
27. Kozhushko N.Ju., Nagornova Zh.V., Evdokimov S.A. et al. Specificity of spontaneous EEG associated with different levels of cognitive and communicative dysfunctions in children // Int. J. Psychophysiology. 2018. V. 128. P. 22.

Age-Related Dynamics of the EEG Formation during the Transcranial Direct Current Stimulation

N. Yu. Kozhushko^{a, *}, S. A. Evdokimov^a

^a*Bechtereva Institute of the Human Brain, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia*

^{*}*E-mail: kozhushko@ihb.spb.ru*

We compared the electroencephalogram (EEG) spectral power in the main bands (4 to 20 Hz) during the treatment with transcranial direct current stimulation (tDCS) in children with mental disorders of perinatal origin. In resting state with eyes closed, we observed an increase in the average frequency of alpha activity in the parietal-occipital area (from 9 to 10 Hz) and spectral power with deviation to the right hemisphere. With eyes open and closed, we observed a decrease in the spectral power for beta activity in the right posterior temporal cortex of the cerebral hemispheres in children during tDCS. We also recorded a decrease in the spectral power for theta-activity with a frequency of 4–5 Hz in the left posterior-temporal area with eyes open (inverse correlation with age).

Keywords: electroencephalogram, mental disorders, perinatal central nervous system disorders, transcranial direct current stimulation (tDCS).