

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского

Серия «Биология, химия». Том 26 (65). 2013. № 1. С. 3-9.

УДК 612.65 : 616-056.216

ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ РАЗВИТИЯ РЕЧИ У ДЕТЕЙ СИРОТ, ВОЗРАСТОМ ДО ТРЕХ С ПОЛОВИНОЙ ЛЕТ

Белалов В.В.¹, Дягилева Ю.О.¹, Хрипун А.Я.², Тимуш И.Я.², Павленко В.Б.¹

¹*Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, Симферополь, Украина*

²*Детский дом «Елочка», Симферополь, Украина*

E-mail: vadya.bielalov@gmail.com

В работе приведены результаты исследования корреляций уровня речевого развития и спектральной плотности мощности ритмов текущей электроэнцефалограммы у детей-сирот. Выявлена значительная задержка в речевом развитии, возможно, это связано с недоразвитием ассоциативных полей мозга, отвечающих за обработку сложной информации и интеграцию разных отделов коры мозга. Данная задержка в созревании нейронов, вероятно, связана с пребыванием ребенка в асоциальных условиях до поступления в дом ребенка, а также с условиями социальной депривации, в которой находится ребенок.

Ключевые слова: электроэнцефалограмма, дети-сироты, восприятие речи.

ВВЕДЕНИЕ

Существует целый ряд работ, в которых затрагиваются вопросы развития маленьких детей, усыновленных из детских домов. Чаще всего обсуждаются проблемы связанные с развитием когнитивной и речевой сферы [1–3]. Предполагается, что данные отклонения могли возникнуть в связи с депривацией детско-родительских отношений, педагогической запущенностью детей в самом раннем возрасте пребывания в детском доме [4]. Исследованиями [5–7] была показана связь, между речевым развитием детей из обычных семей и амплитудой ритмов в различных частотных диапазонах текущей электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Однако, исследования взаимосвязи между паттерном ЭЭГ и речевым развитием детей-сирот, воспитывающихся в детских домах, в настоящее время отсутствует.

В связи с этим целью нашей работы было выявление психофизиологических особенностей речевого развития детей сирот в возрасте от полутора до трех с половиной лет, и описание возможных физиологических механизмов таких особенностей на основе анализа паттерна ЭЭГ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 105 практически здоровых детей возрастом от полутора до трех с половиной лет. Основную группу составляли дети-сироты из дома ребенка «Елочка» (n=41; 27 мальчиков и 14 девочек). Контрольная группа была представлена детьми из полных семей (n=64; 31 мальчик и 33 девочки). Перед началом исследования родителям ребенка предоставляли все необходимые сведения о процедуре и предлагали заполнить форму об участии, в которой они давали письменное согласие на исследование. Тестирование детей в доме ребенка «Елочка» проводилось на основании официальной договоренности с руководителями и в присутствии психолога данного учреждения.

Сеансы записи ЭЭГ проводились днем, в обычный период бодрствования ребенка. Регистрация и анализ ЭЭГ осуществлялись по общепринятой методике с помощью компьютерного телеметрического электроэнцефалографа («Тредекс», Украина). В качестве рабочей программы использовалась «EEG Mapping 6» (программист Е. Н. Зинченко). ЭЭГ-потенциалы отводили монополярно от локусов Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1 и O2 в соответствии с международной системой «10-20». Для крепления электродов использовали 16-канальную детскую электроэнцефалографическую шапочку «Полина» («Tredex TM», Украина) со встроенным хлорсеребряными электродами. В качестве референтного электрода в каждом случае использовали все электроды, кроме активного, объединенные вместе. Нейтральный («заземляющий») электрод располагали между локусами C3 и C4. Частоты среза фильтров высоких и низких частот составляли соответственно 1,5 и 48 Гц, частота оцифровки ЭЭГ-сигналов – 250 с⁻¹.

Психологическое тестирование с целью определения уровня развития речи было проведено с помощью речевых шкал теста Бейли III (BSID-III) [8, 9]. Для оценивания развития импрессивной речи, ребенку устно предлагали выполнить ряд простых заданий, соответствующих его возрасту. Успешное выполнение задания означало адекватное понимание речи ребенком. Для оценивания развития экспрессивной речи, ребенка побуждали к произнесению слов или фраз предусмотренных тем или иным заданием.

Данные записей ЭЭГ, в которых оценивалось развитие импрессивной и экспрессивной сторон речевой коммуникации у детей, анализировались независимо друг от друга. Сигналы обрабатывали с помощью быстрых преобразований Фурье; применялось сглаживание по методу Блэкмена. Определяли значения спектральной плотности мощности (СПМ, мкВ²/Гц) в следующих диапазонах: тета-ритм (4-6 Гц) [5, 6], альфа-ритм (6-9 Гц) [10, 11], бета-ритм (9-17 Гц) [12] и гамма-ритм (17-25 Гц) [13].

Данные психологического тестирования и электрофизиологического исследования количественно обрабатывались посредством стандартных методов вариационной статистики. При статистическом анализе данных ЭЭГ и психологических тестов, применяли непараметрические критерии Манна-Уитни и корреляционный анализ по Спирмену.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного исследования показали, что у детей, воспитывающихся в доме ребенка, имеется существенная задержка нервно-психического развития. Так по результатам теста Бейли, дети из детского дома показывают статистически значимо более низкие результаты по шкалам понимания и генерации речи. У детей основной группы оценка понимания речи снижена на $3,3 \pm 0,23$ балла, по сравнению с детьми контрольной группы. Относительное снижение данного показателя составило 27,3%, что эквивалентно задержке в развитии данной функции на 4-6 месяцев. Для шкалы генерации речи разница составила $4,8 \pm 0,31$ балла, или 38,1%, что составляет задержку в 8-11 месяцев. Такие задержки, вероятно, отражают увеличение времени формирования речевых навыков, что также показано другими авторами при изучении когнитивного, физического и эмоционального развития детей-сирот [14].

Нами были выявлены отведения, СПМ ритмов ЭЭГ в которых статистически достоверно коррелировала с уровнем речевого развития ребенка. На рис. 1 представлены коэффициенты корреляции между СПМ ЭЭГ ритмов и уровнем развития импрессивной речи у детей контрольной (А) и основной (Б) групп. На рис. 2 представлены коэффициенты корреляции между СПМ ЭЭГ ритмов и уровнем развития экспрессивной речи у детей контрольной (А) и основной (Б) групп.

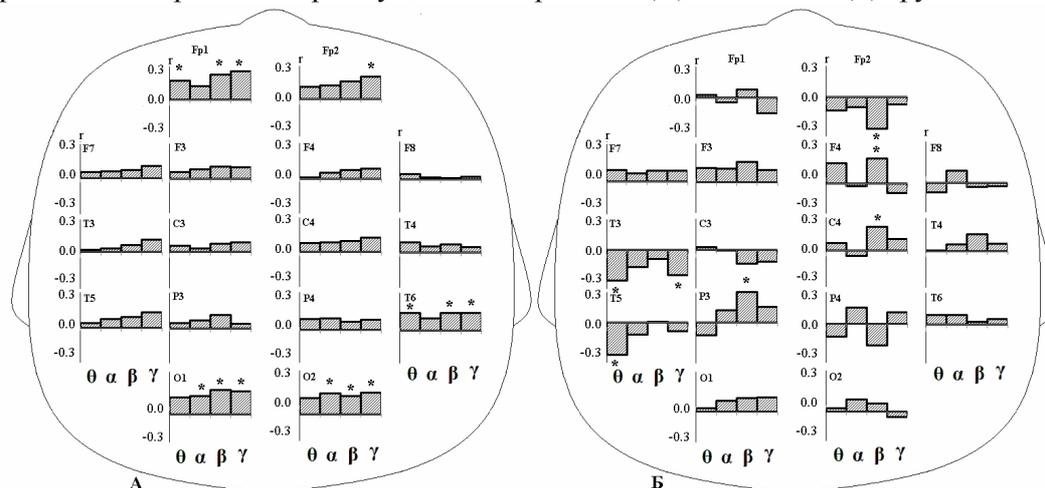


Рис. 1. Диаграмма коэффициентов корреляции между спектральной плотностью мощности ЭЭГ ритмов и уровнем развития импрессивной речи у детей контрольной (А) и основной (Б) групп.

Каждый график на рисунке соответствует определенному отведению. По оси абсцисс представлены ритмы ЭЭГ, для которых в данных отведениях высчитывались корреляционные коэффициенты: тета-ритм (θ), альфа-ритм (α), бета-ритм (β) и гамма-ритм (γ). По оси ординат – значения коэффициентов корреляции. Звездочками отмечены корреляции, достигшие статистической достоверности, $p \leq 0.05$.

Все выявленные в контрольной группе корреляции были положительными, что может быть связано с правильным развитием неокортекса и генераторных структур мозга. В частотном диапазоне тета-ритма статистически достоверные корреляции наблюдались в локусах Fp1 ($r=0,30$) и T6 (0,24) для импрессивной речи, и в Fp2 (0,27) и T4 (0,25) для экспрессивной. Данные корреляции могут быть обусловлены хорошим развитием тета-ритма, что указывает на адекватное восприятие как речевых, так и музыкальных стимулов у детей [6].

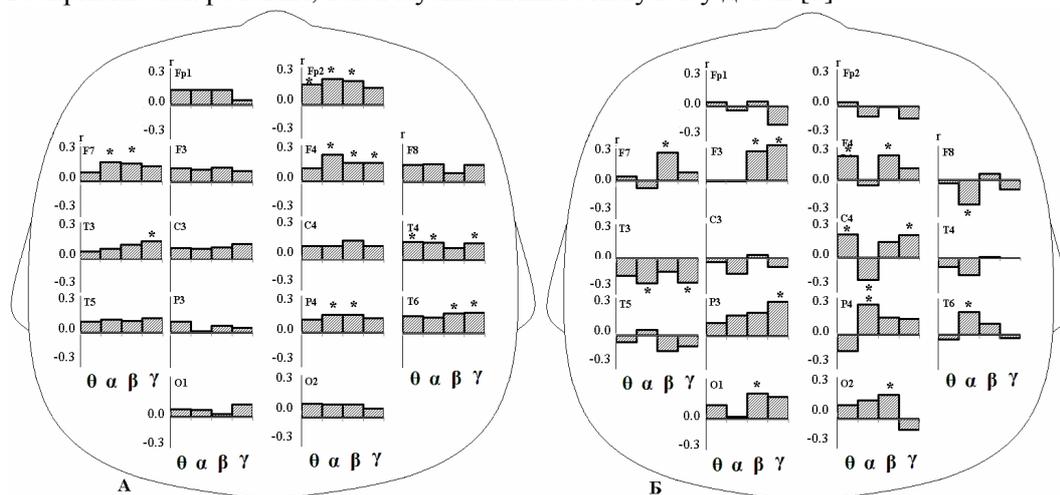


Рис. 2. Диаграмма коэффициентов корреляции между спектральной плотностью мощности ЭЭГ ритмов и уровнем развития экспрессивной речи у детей контрольной (А) и основной (Б) групп.

Каждый график на рисунке соответствует определенному отведению. По оси абсцисс представлены ритмы ЭЭГ, для которых в данных отведениях высчитывались корреляционные коэффициенты: тета-ритм (θ), альфа-ритм (α), бета-ритм (β) и гамма-ритм (γ). По оси ординат – значения коэффициентов корреляции. Звездочками отмечены корреляции, достигшие статистической достоверности, $p \leq 0.05$.

Корреляции в частотном диапазоне альфа-ритма достигли достоверных величин в отведениях O1 (0,24) и O2 (0,26) для импрессивной речи, и в Fp2 (0,27), F4 (0,31), F7 (0,35), T4 (0,25), P4 (0,26) для экспрессивной речи. Полученные данные, вероятно, связаны с адекватным развитием альфа-ритма, и указывают на участие обширных зон коры головного мозга в процессе развития речевых навыков у ребенка [15–18]. Корреляции между СПМ бета-ритма ЭЭГ и развитием импрессивной речи ребенка были зарегистрированы в локусах Fp1 (0,30), T6 (0,24), O1 (0,36) и O2 (0,32). Корреляции с экспрессивной речью наблюдались в Fp2 (0,28), F7 (0,25), F4 (0,25), P4 (0,24) и T6 (0,26) отведениях. В основе положительных корреляций с бета-ритмом, вероятно, лежит способность выделять речевой стимул из общего акустического сигнала [19]. В локусах Fp1 (0,32), Fp2 (0,31), T6 (0,26), O1 (0,35) и O2 (0,33) зарегистрированы достоверные корреляции СПМ гамма-ритма ЭЭГ с уровнем развития импрессивной речи, и в локусах F4 (0,25), P4 (0,24) и T6 (0,27) с уровнем развития экспрессивной речи детей контрольной группы. Развитие

гамма-ритма связано с осознанием услышанного и с когнитивными способностями в целом [13]. Поэтому корреляции с СПМ гамма-ритма могут свидетельствовать об активном формировании речевых способностей у ребенка [20, 21].

В основной группе испытуемых, наряду с положительными корреляциями, были выявлены и отрицательные. В частотном диапазоне тета-ритма статистически достоверные корреляции наблюдались в локусах T3 (-0,32) и T5 (-0,31) для импрессивной речи, и в F4 (0,31) и C4 (0,33) для экспрессивной. Наличие отрицательных корреляций с тета-ритмом в левых височных отведениях может отражать диспропорции в развитии мозга и речевых процессов, отставание в созревании и дифференцировке нейронов формирующихся центров речи [22, 23]. Корреляции в частотном диапазоне альфа-ритма достигли достоверных величин в отведениях T3 (-0,33), C4 (0,35), P4 (0,34), F8 (-0,29) и T6 (0,30) для экспрессивной речи. Полученные данные, связанные с неадекватным формированием ритмической активности в диапазоне альфа-ритма, вероятно связаны с отставанием в развитии и дифференцировке как нейронов коры мозга, так и подкорковых генераторных структур [15, 16]. Также были получены достоверные корреляции в частотном диапазоне бета-ритма. Для импрессивной речи корреляции были зарегистрированы в локусах Fp2 (-0,36), F4 (0,32), C4 (0,29) и P3 (0,36), а для экспрессивной – в локусах F7 (0,26), F3 (0,29), F4 (0,28), O1 (0,25) и O2 (0,26). Недоразвитие бета-ритма может свидетельствовать о замедленных способностях ребенка к обучению [12]. Достоверные корреляции между уровнем развития речи у детей основной группы и СПМ ЭЭГ в частотном диапазоне гамма-ритма были обнаружены в локусе T3 (-0,24) для импрессивной речи и в локусах F3 (0,36), T3 (-0,28), P3 (0,32) и C4 (0,32) для экспрессивной речи. Недоразвитие гамма-ритма может отражать отставание в миелинизации и дифференцировке нейронов неокортекса, и быть напрямую связано с задержкой в формировании речевых способностей ребенка [20, 21].

В связи с вышеизложенным, логично предположить, что социальная депривация, в условиях которой пребывают дети-сироты, является основной причиной запаздывания как нервно-психического [14] так и речевого развития. Это связано с физиологическими особенностями ЦНС, такими как задержка развития зон коры, которые обеспечивают обработку информации, так и задержка в развитии ассоциативных полей, которые обеспечивают взаимодействие различных мозговых зон и участвуют в сложных формах переработки информации, каким и является процесс восприятия и генерации речи. Вероятно, вышеперечисленные изменения связаны с более поздней дифференцировкой нервных клеток, и пониженным уровнем миелинизации нейронов в головном мозге [22, 23]. Также вполне вероятно, что асоциальные условия, в которых находились дети до поступления в дом ребенка, явились одной из главных причин задержки как речевого развития, так и других форм высшей нервной деятельности [24].

ВЫВОДЫ

1. У детей, воспитывающихся в доме ребенка, наблюдается значительная задержка речевого развития, как по показателям понимания речи (задержка 4-6 месяцев), так и по показателям генерации речи (задержка 8-11 месяцев).

- У воспитанников детского дома выявлены особенности в корреляциях между ЭЭГ и речевым развитием. Так у детей из обычных семей обнаружены только положительные корреляции. У детей сирот, наряду с положительными корреляциями, были выявлены и отрицательные, что свидетельствует о диспропорциях в становлении речи и формировании неокортекса, неадекватном развитии ритмической электрической активности коры мозга.

Список литературы

- Juffer F. Behavior problems and mental health referrals of international adoptees: A meta-analysis / F. Juffer, M.H. Van IJzendoorn // *J. American Medical Association*. – 2005. – Vol. 293(20). – P. 569-577.
- Smyke A.T. Attachment disturbances in young children. I: The continuum of caretaking casualty / A.T. Smyke, A. Dumitrescu, C.H. Zeanah // *J. American Academy of Children and Adolescent Psychiatry*. – 2002. – Vol. 41. – P. 972-982.
- Attachment in institutionalized and non-institutionalized Romanian children / C.H. Zeanah, A.T. Smyke, S.F.M. Koga [et al.] // *Children development*. – 2005. – Vol. 76. – P. 1015-1028.
- Karel S.R. Analysis of environmental deprivation: Cognitive and social development in Romanian orphans / S.R. Karel, B.J. Freeman // *J. of Child Psychology and Psychiatry*. – 1994. – Vol. 35 (4). – P. 769-781.
- Schmidt L.A. Development of frontal electroencephalogram (EEG) and heart rate (ECG) responses to affective musical stimuli during the first 12 months of post-natal life / L.A. Schmidt, L.J. Trainor, D.L. Santesso // *Brain Cognition*. – 2003. – Vol. 52(1). – P. 27-32.
- Fujioka T. Development of auditory-specific brain rhythm in infants / T. Fujioka, N. Mourad, L.J. Trainor // *Euro J. Neuroscience*. – 2011. – Vol. – 33(3). – P. 521-529.
- Белалов В.В. Особенности восприятия речи детьми до 3 лет / В.В. Белалов, Ю.О. Дягилева, В.Б. Павленко // *Ученые записки Таврического национального университета им.В.И. Вернадского. Серия: Биология, Химия*. – 2012. – Т. 25(64). – С. 29-42.
- Reuner G. Comparison of the developmental tests Bayley-III and Bayley-II in 7-month-old infants born preterm / G. Reuner, A.C. Fields [et al.] // *Euro J. Pediatrics*. – 2012. – in print.
- Jackson B.J. Bayley Scales of Infant Development Screening Test-Gross Motor Subtest: efficacy in determining need for services / B.J. Jackson, H. Needelman [et al.] // *Pediatric Physical Therapy*. – 2012. – Vol. 24(1). – P. 58-62.
- Strogonova T.A. EEG alpha rhythm in infants / T.A. Strogonova, E.V. Orekhova, I.N. Posikera // *Clin. Neurophysiology*. – 1999. – Vol. 110(6). – P. 997-1012.
- Marshall P.J. Development of the EEG from 5 months to 4 years of age / P.J. Marshall, Y. Bar-Haim, N.A. Fox // *Clin. Neurophysiology*. – 2002. – Vol. 113(8). – P. 1199-1208.
- Event-related EEG oscillations to semantically unrelated words in normal and learning disabled children / T. Fernandez, T. Harmony, O. Mendoza, [et al.] // *Brain Cognition*. – 2012. – Vol. 80(1). – P. 74-82.
- Early cognitive and language skills are linked to resting frontal gamma power across the first 3 years / A.A. Benasich, Z. Gou, N. Choudhury [et al.] // *Behav. Brain. Res.* – 2008. – Vol. 195 (2). – P. 215-222.
- Дягилева Ю.О. Особенности нервно-психического развития детей сирот в возрасте от 1 месяца до 3-х лет / Ю.О. Дягилева, А.Я. Хрипун [и др.] // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, Химия*. – 2012. – Т. 25(64). – С. 61-66.
- Krause C.M. Relative alpha desynchronization and synchronization during speech perception / C.M. Krause, A.H. Lang [et al.] // *Cognitive brain research*. – 1997. – Vol. 5. – P. 295-299.
- Pfurtscheller G. Event-related synchronization (ERS): an electrophysiological correlate of cortical areas at rest / G. Pfurtscheller // *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* – 1992. – Vol. 83. – P. 62-69.
- Event-related synchronization and desynchronization of alpha and beta waves in a cognitive task / G. Pfurtscheller, W. Klimesch, W.J. Freeman, [et al.] // *Brain Dynamics*. – 1992. – P. 117-128.
- Magnetoencephalographic 10-Hz rhythm from the human auditory cortex / J. Tiihonen, R. Hari, S. Karhu [et al.] // *J. Clin. Neurophysiol.* – 1992. – Vol. 9. – P.120-131.

19. Signoret C. Similarities in the neural signature for the processing of behaviorally categorized and uncategorized speech sounds / C. Signoret, E. Gaudrain, F. Perrin // Eur. J. Neurosci. – 2013. in print.
20. Synchronization of neural activity across cortical areas correlates with conscious perception / L. Melloni, C. Molina, M. Pena [et al.] // J. Neurosci. – 2007. – Vol. 27(11). – P. 2858-2865.
21. Gou Z. Resting frontal gamma power at 16, 24 and 36 months predicts individual differences in language and cognition at 4 and 5 years / Z. Gou, N. Choudhury, A.A. Benasich // Behav. Brain Res. – 2011. – Vol. 220(2). – P. 263-270.
22. Фарбер Д.А. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга / Фарбер Д.А., Семенова Л.К., Алферова В.В. – Л.: Наука, 1990. – 198 с.
23. Микадзе Ю.В. Нейропсихология детского возраста / Микадзе Ю.В. – СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
24. Динамика физического развития сирот в возрасте до 24 месяцев / Ю.О. Фокина, О.М. Кочухова, И.Я. Тимуш [и др.] // Ученые записки ТНУ, серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24(63), №2. – С. 298-303.

Бєлалов В.В. ЕЕГ-кореляти розвитку мовлення у дітей сиріт, віком до трьох з половиною років / В.В. Бєлалов, Ю.О. Дягілева, О.Я. Хрїпун, І.Я. Тїмуш, В.Б. Павленко // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хїмія”. – 2013. – Т. 26 (65), № 1. – С. 3-9.

У роботі наведені результати дослідження кореляцій рівня мовного розвитку та спектральної щільності потужності ритмів поточної електроенцефалограми у дітей-сиріт. Виявлена значна затримка в мовному розвитку, можливо, це пов'язано з недорозвиненням асоціативних полів мозку, що відповідають за обробку складної інформації і інтеграцію різних відділів кори мозку. Дана затримка в дозріванні нейронів, ймовірно, пов'язана з перебуванням дитини в асоціальних умовах до надходження в будинок дитини, а також з умовами соціальної депривації, в якій перебуває дитина.

Ключові слова: електроенцефалограма, діти-сироти, сприйняття мови.

Bielalov V.V. EEG correlates of language development in orphans under the age of three and a half years/ V.V. Bielalov, Iu.O. Dyagileva, A.Y. Khripun, I.Y. Timysh, V.B. Pavlenko // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2013. – Vol. 26 (65), No. 1. – P. 3-9.

The results of study correlations level of speech development and the power spectral density of the current EEG rhythms in children and orphans. Considerable delay in speech development may be due to underdevelopment of the associative fields of the brain responsible for processing complex information and the integration of different parts of the cerebral cortex. This delay in the maturation of neurons, probably connected with the stay of the child in terms of anti-social before entering the child's home, as well as the conditions of social deprivation in which the child is placed.

Keywords: electroencephalogram, orphans, speech perception.

Поступила в редакцію 12.02.2013 г.