

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МОЗГА У ДЕТЕЙ С СЕНСОРНОЙ ДЕПРИВАЦИЕЙ

¹Елисеев Е.В., ²Кокорева Е. Г.

¹ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет», Челябинск, Россия, e-mail: salage@bk.ru;

²ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет физической культуры», Челябинск, Россия, e-mail: keg-28@mail.ru

Изучение влияния сенсорной депривации на развитие структурно-функциональной организации мозга имеет важное значение в понимании компенсаторных механизмов детей с сенсорными нарушениями. Так, результаты исследования выявили, что у здоровых детей отмечена генерализация альфа-ритма, а при нарушениях зрения преобладает локализация его в затылочных зонах. При нарушениях зрения правое полушарие выполняет ведущую роль с компенсацией нарушенных механизмов восприятия, что проявляется в его большем уровне активности. Появление дельта-ритма в 2 раза чаще, чем у здоровых детей. Данные ЭЭГ-обследования детей с нарушением слуха свидетельствуют о том, что компенсаторные изменения в центральной нервной системе при нарушениях слуха выражены в большей степени, чем при нарушениях зрения. Характеризуются они в основном перестройкой межполушарных взаимоотношений с преобладанием активности правого полушария и функциональным напряжением в ЦНС. Об этом свидетельствуют характер реакций на функциональные пробы, особенно распределение альфа-ритма и повышение активности тета-ритма, в том числе при локальной нагрузке.

Ключевые слова: гетерохронное развитие детского организма, функциональная организация головного мозга, сенсорные нарушения, адаптационные изменения.

THE FEATURES OF STRUCTURAL-FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE BRAIN IN CHILDREN WITH SENSORY DEPRIVATION

¹Eliseev E. V., ²Kokoreva E. G.

¹Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia, e-mail: keg-28@mail.ru;

²Ural state University of physical culture, Chelyabinsk, Russia, e-mail: keg-28@mail.ru

Study of the effect of sensory deprivation on the development of structural-functional organization of the brain is important in the understanding of the compensatory mechanisms of children with sensory impairments. So the results of the study showed that in healthy children showed generalization of the alpha rhythm, as if the visual impairment is prevalent localization him in the occipital areas. When the visually impaired the right hemisphere plays a key role with the compensation mechanisms of perception, manifested in a greater level of activity. The appearance of Delta-rhythm in 2 times more often than in healthy children. Data EEG examination of children with hearing impairment suggest that compensatory changes in the Central nervous system when hearing impairment is more pronounced than with visual impairments. They are characterized mainly by the restructuring of hemispheric relations with the predominance of the activity of the right hemisphere and functional tension in the Central nervous system. This is evidenced by the nature of the reactions on functional tests, especially the distribution of the alpha rhythm and the increased activity of the theta rhythm, including local load

Keywords: heterochronic development of the child's body, functional organization of the brain, sensory impairment, adaptive changes.

Постепенное и гетерохронное структурно-функциональное созревание различных отделов мозга определяет специфику мозговой деятельности на разных этапах развития ребенка. У человека основным информационным каналом, создающим образ внешнего мира, является зрительный. Однако у детей с нарушениями слуха часто развиваются нарушения психических функций, связанных с речью [1, 3], отмечаются изменения когнитивного развития.

Очевидно, что адаптация к дефициту афферентной информации идет несколькими различными путями при разных сенсорных нарушениях. Сенсорный дефицит приводит к искажению картины окружающего мира, меняет системную организацию мозга. Сенсорная депривация может привести не только к нарушениям анализирующих систем коры головного мозга, но и к отклонениям в развитии активирующей и регуляторной систем мозгового ствола и к нарушению их взаимодействия. Ограничение сенсорного притока влечет за собой функциональную незрелость систем локальной активации, что приводит к несформированности слухового внимания. У 50 % слабослышащих детей 7–8 лет и у 85 % детей 11–13 лет не только слуховые ВП, но и зрительные ВП недостаточно сформированы и не соответствуют возрастным нормам [4].

Морфофункциональные перестройки головного мозга отражаются в изменении его биоэлектрической активности. У детей с ранней зрительной депривацией в ситуации предъявления средней стимуляции ЭЭГ-реакция активации проявляется в парадоксальном увеличении α -активности в областях задней коры, отражающем «сенсорную блокаду» афферентного притока на уровне нейронных сетей коры, принимающих и обрабатывающих сенсорную информацию [1]. Результаты анализа особенностей темперамента этих детей показывают, что аналогичная стратегия избегания присутствует и на поведенческом уровне. Речевые воздействия сопровождаются резким генерализованным усилением активности θ -диапазона частот, которое рассматривается как основное проявление процессов эмоциональной активации в ЭЭГ детей раннего возраста и свидетельствует об избирательности внимания к речи у детей с РЗД [2].

Таким образом, изучение влияния сенсорной депривации на развитие структурно-функциональной организации мозга имеет важное значение в понимании компенсаторных механизмов детей с сенсорными нарушениями.

Цель данного исследования заключалась в изучении биоэлектрических реакций мозга на локальную мышечную работу у детей школьного возраста с сенсорными нарушениями.

Материалы и методы исследования

Обследовали детей младшего школьного возраста 7–10 лет. Нарушения слуха составили нейросенсорная тугоухость III и IV степени. Среди испытуемых с нарушением зрения значительную часть в структуре глазной патологии занимали аномалии рефракции (близорукость, дальнозоркость, астигматизм), многие дети страдали косоглазием, амблиопией.

В работе использовали компьютерную электроэнцефалографию, которая включала спектральный анализ ЭЭГ. Запись ЭЭГ осуществляли многоканально с 8 чашечных электродов, соединенных с ушными электродами и локализованных строго в соответствии с

системой 10–20. Производили запись нескольких функциональных проб: фоновая запись (ФЗ), закрывание глаз (ЗГ), открывание глаз (ОГ), локальная нагрузка (ЛН), фотостимуляция (ФС). Частота квантования ЭЭГ составляла 250 Гц. Для спектрального анализа выбирали не менее 10 безартефакторных двухсекундных эпох записи ЭЭГ на каждую функциональную пробу. Использовали стандартные частотные полосы анализа ЭЭГ: дельта, тета, альфа, бета1 и бета2. Анализировали как индивидуальные, так и усредненные данные по экспериментальным и контрольным группам.

Полученные материалы исследования были подвергнуты статистической обработке общепринятыми методами вариационной статистики с применением корреляционного и факторного анализа (Г.Ф. Лакин, 1990; Н.Ш. Кремер, 2007).

Результаты исследования и их обсуждение

В младшем школьном возрасте у *здоровых детей* над правым полушарием амплитуда α -ритма была несколько ниже, чем над левым, а частота – выше. Амплитуда низко- и высокочастотного β -ритма над правым полушарием ниже, чем над левым. У здоровых детей β -волны доминируют в лобных отведениях (70 %), а α -волны – в затылочных (60 %). У 50 % здоровых детей выявлена межполушарная асимметрия α -ритма по амплитуде и у 20 % – по амплитуде и частоте. У 35 % детей над правым и левым полушариями выявлена Δ -активность преимущественно в лобных и центральных отведениях. У 10 % детей наблюдается θ -активность над правым и левым полушариями в центральных и затылочных отведениях.

После локальной нагрузки у 50 % здоровых школьников средняя амплитуда α -ритма увеличилась на 35 %, а у 43 % – уменьшилась на 13,5 %. Доминирующая частота α -ритма справа и слева снизилась после нагрузки. Альфа-ритм доминировал в лобных отведениях. Максимальная амплитуда низкочастотного β -ритма у половины детей в среднем увеличилась на 62 % и у остальных уменьшилась на 12 %, а максимальная амплитуда высокочастотного β -ритма повысилась на 107,5 % и уменьшилась на 4 %. После нагрузки β -ритм доминировал в лобных отведениях. У всех детей над левым и правым полушариями выявлена Δ -активность преимущественно в лобных, затылочных и центральных отведениях. Амплитуда Δ -волн увеличилась на 29 % и над правым полушарием выше, чем над левым. У 50 % детей наблюдалась θ -активность над обоими полушариями и у 25 % детей – только над левым, в лобных и центральных отведениях. Амплитуда тета-ритма уменьшилась после нагрузки на 100 %.

При закрывании глаз у здоровых школьников происходит восстановление α -ритма до 193,4 % от фоновой амплитуды и до 244,6 % от фонового индекса, т.е. в большей степени, чем у дошкольников. Доминирующая частота α -ритма справа была выше, чем слева, в

отличие от дошкольников. Альфа-ритм доминировал преимущественно в затылочных отведениях, что свидетельствует о возрастных изменениях, формирующих «взрослый уровень восприятия» (табл. 11).

При открывании глаз депрессия α -ритма отмечалась в 25,8 % по амплитуде и в 37,4 % по индексу. Доминирующая частота α -ритма справа выше, чем слева. Альфа-ритм доминировал над правым полушарием в лобных и центральных отведениях, над левым полушарием – в затылочных.

Можно отметить, что функциональные пробы у детей 8–10 лет в целом были выражены больше, чем у 6–8-летних, а распределение активности основных ритмов приближалась к взрослому типу.

У младших школьников с *нарушением зрения* в покое амплитуда α -ритма, в отличие от здоровых школьников, выше над правым полушарием (у здоровых над левым), а частота α -ритма, так же как и у здоровых детей, выше над правым полушарием. Альфа-ритм доминирует, в отличие от здоровых детей, над правым полушарием в височных отведениях, а над левым – в центральных отведениях. Межполушарная асимметрия α -ритма по амплитуде выявлена у 33 % детей, и у такого же количества детей наблюдается асимметрия по амплитуде и частоте.

Амплитуда низко- и высокочастотного β -ритма, в отличие от здоровых детей, выше над правым полушарием. Доминирует β -ритм в центральных, височных и затылочных отведениях.

У 60 % детей над обоими полушариями выявлены медленные волны Δ -диапазона практически во всех отведениях. У 70 % детей над левым полушарием так же, как и у здоровых детей, наблюдаются медленные волны тета-диапазона в центральных и затылочных отведениях.

После *локальной нагрузки* у 60 % младших школьников с нарушением зрения отмечается увеличение средней амплитуды α -ритма на 11 %, а у 30 % – уменьшение на 13 %, т.е. меньше, чем у здоровых. Доминирующая частота α -ритма над правым полушарием не изменилась, а над левым – увеличилась, в отличие от здоровых. Альфа-ритм доминирует после нагрузки в центральных и затылочных отведениях, в отличие от лобных отведений у здоровых школьников.

Максимальная амплитуда низкочастотного β -ритма у 60 % детей увеличилась на 11 % и у 30 % – уменьшилась на 25 %. Максимальная амплитуда высокочастотного β -ритма – у 30 % детей увеличилась на 3 % и у 60 % детей – уменьшилась на 28 %. Бета-ритм доминировал над обоими полушариями в затылочных отведениях, в отличие от здоровых детей.

У 60 % школьников с нарушением зрения над обоими полушариями наблюдалась Δ -активность, так же как и у здоровых детей, преимущественно в лобных, центральных и затылочных отведениях. Амплитуда Δ -ритма уменьшилась на 11,5 %, в отличие от здоровых, но над правым полушарием была выше, чем над левым. У 30 % детей отмечены медленные волны θ -активности как над левым, так и над правым полушариями, а у 30 % детей – только над левым, преимущественно в центральных отведениях. Амплитуда у 30 % детей уменьшилась на 100 %, а у 30 % – увеличилась на 17 %.

При закрывании глаз наблюдалось восстановление α -ритма до 224,7 % от фоновой амплитуды, что было выше, чем у здоровых; и до 177,7 % от фонового индекса, несколько ниже, чем у здоровых. Доминирующая частота α -ритма справа выше, чем слева, и практически такая же, как у здоровых детей. Доминирует α -ритм в затылочных отведениях (рис. 1).

При открывании глаз наблюдалась депрессия α -ритма на 3 % по амплитуде и на 7 % – по индексу, что значительно ниже, чем у здоровых школьников. Доминирующая частота α -ритма практически одинакова справа и слева. Доминирует α -ритм в затылочных, центральных и лобных отведениях. Эти изменения свидетельствуют о напряжении центральных механизмов регуляции компенсаторных изменений.

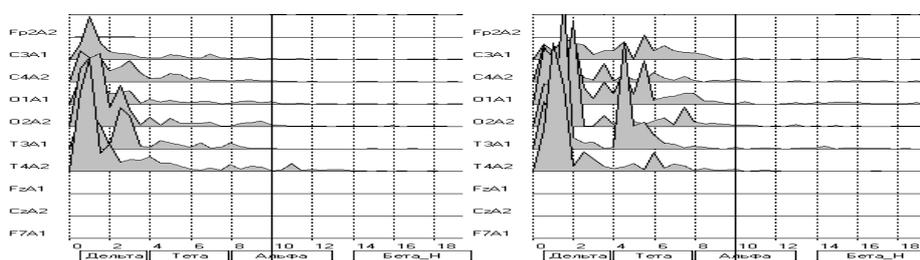


Рис. 1. Электроэнцефалограмма К-ва, 7 лет с нарушением зрения (Закрывание глаз – Фоновая запись)

У младших школьников с нарушением слуха значения амплитуды α -ритма над правым полушарием были несколько меньше, чем над левым, а доминирующая частота – выше. Амплитуда α -ритма у детей с нарушением слуха, по сравнению со здоровыми и с нарушением зрения, была несколько выше над обоими полушариями. Альфа-ритм доминирует над правым полушарием в затылочных отведениях (60 %), а над левым – в центральных (53 %), в отличие от здоровых. У 70,5 % детей наблюдается межполушарная асимметрия α -ритма по амплитуде, у 12 % – по частоте и у 17,6 % – по частоте и амплитуде, т.е. картина электроэнцефалографии альфа-активности свидетельствует о продолжающихся у этих детей компенсаторных изменениях в межполушарных взаимоотношениях.

Средняя амплитуда низкочастотного и высокочастотного β -ритма над правым полушарием выше, чем над левым, и доминирует β -ритм, как и у здоровых детей, в лобных отведениях.

У 56,2 % детей с нарушением слуха наблюдаются медленные волны Δ -диапазона над обоими полушариями и у 18,7 % – только над одним полушарием во всех отведениях. Амплитуда Δ -волн над правым полушарием ниже, чем над левым, как и у здоровых детей. У 35% детей наблюдаются θ -волны над левым и правым полушарием во всех отведениях и у 41 % детей – только над левым, в тех же отведениях. Эти данные свидетельствуют о выраженной активности компенсаторных изменений, сопровождающихся напряжением функции центральной нервной системы.

После *локальной нагрузки* средняя амплитуда α -ритма у 45 % детей увеличилась на 44,5 %, а у остальных – уменьшилась на 13,4 %. Доминирующая частота α -ритма после нагрузки над правым полушарием увеличилась, в отличие от здоровых, а над левым не изменилась. Альфа-ритм доминирует преимущественно в затылочных и несколько меньше — в лобных отведениях, в отличие от здоровых детей.

Максимальная амплитуда низкочастотного β -ритма у 56 % детей увеличилась на 76,5 %, а у 37 % детей – снизилась на 21,2 %. Максимальная амплитуда высокочастотного β -ритма у 43 % детей увеличилась на 77,4 % и у 50 % детей – уменьшилась на 29,5 %. Бета-ритм доминировал над правым полушарием в лобных, затылочных и височных отведениях, а над левым – в лобных.

Над обоими полушариями наблюдаются медленные волны Δ -диапазона практически во всех отведениях. Амплитуда Δ -ритма у 37 % детей увеличилась на 38,5 %, а у 56 % детей – уменьшилась на 33 %. У 62 % детей над обоими полушариями после нагрузки выявляются медленные волны тета-диапазона, а у 25 % детей – над одним полушарием, преимущественно над правым, в центральных и затылочных отведениях. У 37 % школьников амплитуда тета-ритма увеличилась на 21,5%, а у 18% – уменьшилась на 24,3%.

Характер реакции на локальную работу у детей с нарушением слуха отличается от здоровых школьников снижением амплитуды тета-ритма у большей части испытуемых, т.е. если принять гипотезу об энергетическом значении тета-активности, то при высоком ее уровне в состоянии покоя при нагрузке происходит ее спад («феномен отдачи» – недостаточность адаптации).

При *закрывании глаз* у школьников с нарушением слуха восстановление α -ритма происходит до 151,4 % от фоновой амплитуды, что выше, чем у здоровых школьников, но ниже, чем у школьников с нарушением зрения. Доминирующая частота α -ритма слева выше, чем справа, в отличие от здоровых и детей с нарушением зрения. Доминирует α -ритм в затылочных отведениях.

При *открывании глаз* депрессия α -ритма происходит на 13,5 % — по амплитуде, что выше, чем у детей с нарушением зрения, но ниже, чем у здоровых детей, и на 91 % – по

индексу, что значительно выше, чем у детей других групп. Доминирующая частота α -ритма слева выше, чем справа, в отличие от школьников других групп. Доминирует α -ритм в затылочных отведениях.

Эти данные свидетельствуют о напряженном уровне функционального состояния зрительного анализатора у детей с нарушением слуха.

После проведенных начальных исследований была разработана и внедрена коррекционно-оздоровительная программа. Данная программа направлена на укрепление здоровья, коррекцию нарушенных функций и снижение напряжения центральных механизмов регуляции у детей дошкольного и младшего школьного возраста с сенсорными нарушениями.

При повторном обследовании у детей, прошедших оздоровление, можно отметить большую выраженность альфа-ритма, особенно в правом полушарии, и меньшую медленных дельта- и тета-ритмов, что свидетельствует о снижении напряжения функций центральной нервной системы.

Таким образом, у детей с сенсорными нарушениями выявлены компенсаторно-адаптационные изменения центрального характера. Так, значения амплитуды альфа-ритма над обоими полушариями у этих детей были выше, альфа-ритм доминировал не только в затылочных отведениях, но и в центральных, по сравнению со здоровыми детьми; межполушарная асимметрия была выявлена чаще; у большого количества детей с сенсорными нарушениями выявлялись медленные волны дельта- и тета-диапазонов. Эти компенсаторные изменения позволяют мобилизовать резервы организма у детей с сенсорными нарушениями, однако физиологическая цена заключается в высоком уровне напряжения центральных механизмов адаптации.

Список литературы

1. Новикова Л.А. Нейросенсорное нарушение слуха у детей (электрофизиологическое исследование) / Л.А. Новикова, Н.В. Рыбалко. М.: Педагогика, 1987. 127 с.
2. Кокорева Е.Г. Влияние различных видов деприваций на развитие детского организма / Е.Г. Кокорева, Е.В. Елисеев // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. № 12.2. 2013. Челябинск: ЧГПУ. С. 279–288.
3. Обухов Д. К. Влияние сенсорной афферентации на формирование структуры мозга / Д. К. Обухов // Физиология развития человека: Матер. Междунар. конф., посвященной 55-летию Института возрастной физиологии. М.: РАО, 2000. С. 321–322.

4. Попова Т. В. Функциональное состояние центральной нервной системы растущего организма в период обучения в школе/ Т.В. Попова, О.Г. Коурова // Новые исследования, 2010. Т. 1. № 23. С. 75–80.

5. Трофимова Е. В. Становление функции памяти, внимания и мышления у детей со сниженным слухом / Е.В. Трофимова, Л.А. Гутерман, В.Б. Воинов // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2004. Т. 90, № 8. С. 347.

Рецензенты:

Сабирьянова Е.С., д.м.н, профессор кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет физической культуры», г. Челябинск;

Байгужин П.А., д.б.н., профессор кафедры анатомии, физиологии человека и животных, ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет», г. Челябинск.