

УДК. 612. 821

Швецова Е.В., Кембаева С.К.

БИОПОТЕНЦИАЛЫ МОЗГА У ДЕТЕЙ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан)

В работе показано наличие различий в биоэлектрической активности мозга детей с разным уровнем психического развития и обсуждаются причины этих различий.

Долгие годы в центре внимания физиологов находится проблема развития человека и формирование его психических функций. Темпы психического и соответственно физиологического развития у детей одного и того же календарного возраста не совпадают. Формирование классов в средней школе, где традиционно принято набирать детей одного календарного возраста, иногда вызывает сложности в процессе обучения, так при наличии в нем нескольких детей с задержкой психического развития, требуются специальные подходы и особые дидактические приемы их обучении.

Исследование проведено с целью явления отличий в биоэлектрической активности мозга детей с задержкой психического развития от таковой у здоровых детей.

Методика исследования

Испытуемые обучались в 2-4 классах общеобразовательной средней школы. Всего обследовано 72 здоровых ребенка 8-10 лет (36 девочек и 36 мальчиков) и 57 детей с задержкой психического развития (17 девочек и 38 мальчиков). Дети с задержкой психического развития обучались во вспомогательных классах общеобразовательной средней школы, направленные туда после прохождения медико-педагогической комиссии.

Регистрацию ЭЭГ проводили монополярно на 8-канальном электроэнцефалографе (Медикор, Венгрия) со следующих областей коры головного мозга: F3, F4; C3, C4; P3, P4; O1, O2 по международной схеме 10-20 %; в качестве референтного использовался объединенный ушной электрод. Данная схема разработана с учетом рентгенологических и патологоанатомических данных и пригодна для обследования пациентов с различными размерами и формой черепа.

ЭЭГ регистрировалась в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами и при решении арифметических примеров в уме, представляющих собой сложение одно и двузначных чисел. Задачи подбирались индивидуально, чтобы время решения их было 7-9 секунд. Для каждого испытуемого учитывали по 5 правильно решенных задач.

Запись ЭЭГ, ее последующее редактирование и статистическая обработка полученных данных осуществлялись компьютером. Анализировали только статистически достоверные результаты ($p < 0,05$) по парному критерию Стьюдента.

По оцифрованным данным определяли энтропию, а затем по ней - коэффициент корреляции значений энтропии в покое и в момент решения задачи.

Результаты исследования

У здоровых детей (мальчиков и девочек) ЭЭГ в целом по группе соответствует норме, описываемой в литературе: ведущим является альфа-ритм, наиболее выраженный в затылочных областях обоих полушарий; амплитуда альфа - активности в правом полушарии превышает аналогичные показатели в левом полушарии; хорошо выражен затылочно-лобный градиент альфа - активности; отмечается небольшое уменьшение частоты моды и некоторая ее асимметрия (справа-9,7 Гц, слева-9,8 Гц) [1, 2].

Реакция решения арифметических примеров сопровождается выраженной десинхронизацией основного ритма ЭЭГ и сдвигом моды альфа-ритма (10 Гц).

У детей с задержкой психического развития (мальчиков и девочек) ЭЭГ в целом соответствует литературным описаниям: ведущим является тета-ритм, наиболее выраженный в затылочных областях обоих полушарий; альфа-ритм представлен единичными колебаниями и не у всех обследуемых, при наличии его амплитуда в правом полушарии не превышает аналогичные показатели в левом полушарии; практически не выражен затылочно-лобный градиент тета- активности [4].

Реакция решения арифметических примеров сопровождается резкими перестройками ЭЭГ, она становится полиморфной.

Для всех здоровых детей, мальчиков и девочек, характерно наличие значимой корреляции состояния покоя по энтропийным показателям ЭЭГ, величины которой колеблются от 0,76 до 0,92. Наиболее высокие корреляции типичны для левой и правой затылочной области, а для височных и теменных показатели несколько ниже. Лобные области имеют достоверно высокие корреляции - в среднем 0,87.

Для детей с задержкой психического развития, мальчиков и девочек, наблюдается другая картина. У них значения корреляции состояния покоя не всегда значимы, более типично отсутствие связи в состоянии покоя и

значения корреляции от 0.56 до 0.77. Для девочек типично отсутствие значимых корреляций, так как они не превышают 0.68.

Обсуждение результатов

Здоровые дети успевающие в школе имеют определенную структуру ритмов ЭЭГ обусловленную определенной степенью зрелости коры. Наличие лобно-затылочного градиента и выраженность альфа-ритмов в лобных областях отражают своевременное созревание таламо-кортикальных связей, и развитие нисходящего регулирующего влияния на нижележащие структуры мозга. К данному возрасту происходит и частично завершается формирование тормозных связей. Похожие результаты получены другими авторами с использованием как информационных, так и спектральных методов анализа ЭЭГ [1, 2, 4, 5, 6].

Дети задержкой психического развития имеют совершенно иную степень зрелости коры и соответственно это находит отражение в ритмах ЭЭГ, полиморфность которого и отсутствие выраженности альфа-ритма и его градиентов указывают на нарушение корковых и корково-подкорковых связей. Похожие результаты получены и другими исследователями [5, 6]. Для данной группы типично проявление незрелости коры, т.е. преобладание колебаний тета-диапазона, наличие медленных волн и несформированность альфа-колебаний.

Полученные данные свидетельствуют о наличии существенных различий в формировании биоэлектрической активности при мыслительной деятельности у детей здоровых и детей с задержкой психического развития.

ЭЭГ у здоровых детей, для которых состояние покоя перед получением задания практически не меняется от задачи к задаче, свидетельствует о нормальных темпах созревания межнейронных связей в коре мозга, тогда как для детей с задержкой психического развития такое состояние отсутствует, т.е. у них нет сформированного внутреннего торможения.

Выводы

Различий биоэлектрической активности у здоровых детей и детей с задержкой психического развития, отражающиеся как в изменении частотных характеристик ЭЭГ, так и энтропийных и корреляционных, связаны с нарушением созревания коры и не сформированностью кортико-таламических связей.

Литература

1 Бияшева З.Г. *Возрастная динамика специализации структур головного мозга школьников при осуществлении высших психических функций (электрофизиологический анализ). Автореферат.* – Алматы, 1999. - 43 с.

2 Князева М.Г. *Формирование механизма полушарной активизации и успешность когнитивной деятельности // Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков / Тезисы 4 Всесоюзной конференции: Физиология развития человека.* - М., 1997. - С. 132-133.

3 *Развитие мозга и формирование когнитивной деятельности ребенка / Под ред. Д.А. Фарбер, М.М. Безруких.* - Москва-Воронеж: МПО "Модэк", 2009. - 432 с.

4 Фарбер Д.А., Фрид Г.М. *Возрастные особенности пространственно-временной организации электрической активности мозга в состоянии спокойного бодрствования.* - Л.: Просвещение, 1990. - 44 с.

5 Фарбер Д.А., Сеницын С.В. *Функциональная организация рабочей памяти у детей 7–8 лет // Физиология человека, 2009.* - Т. 35. - № 2. - С. 5.

6 Бетелева Т.Г., Сеницын С.В., Фарбер Д.А. *Возрастные особенности обработки зрительной информации в системе рабочей памяти // Физиология человека, 2009.* - Т. 35. - № 6. - С. 25.

Тұжырым

Мақалада психикалық дамудың әртүрлі деңгейіндегі балалардың бас миының биоэлектрлік белсенділігіндегі айырмашылықтары көрсетілген және осы айырмашылықтардың себептері талқыланады

Summary

In work presence of distinctions in bioelectric activity of a brain of children with different level of mental development is shown and the reasons of these distinctions are discussed.

НИЗКОИНТЕНСИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА КРОВИ КРЫС

(Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия)

В исследовании in vitro показано увеличение под влиянием низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) с длиной волны 650 нм объема эритроцитов, деформируемости их мембран, вязкости крови и показателя гематокрита, а также снижение концентрации ионов Ca и Na.

Наши предыдущие исследования позволяют предположить, что воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) красного диапазона повышает устойчивость тканей к окислительному стрессу и сказывается не только на тонусе сосудов, но и на реологических свойствах крови [1, 2]. Целью данной работы было изучить влияние НИЛИ с длиной волны 650 нм на кровь *in vitro*, в условиях, исключающих воздействие НИЛИ на регулирующие системы организма: на средний объем эритроцита (MCV), осмотическую резистентность и деформируемость (IF) эритроцитарных мембран, показатель гематокрита (HCT) и концентрацию гемоглобина, степень агрегации эритроцитов, вязкость плазмы, крови и предельное напряжение сдвига (τ_0), а также на кислотно-щелочное равновесие крови (pH) и концентрацию в крови отдельных ионов, участвующих в регуляции транспорта воды и объема клеток.

Материалы и методы

У самцов крыс линии Вистар массой 250-350 г под наркозом (уретан, в/бр., 1-1.2 г/кг массы тела) после введения антикоагулянта (гепарин в/в 50 ЕД/100 г массы тела) забирали кровь из брюшной аорты либо из сонной артерии. Кровь облучали в термостатируемой ($37 \pm 0.3^\circ\text{C}$) кювете светодиодным лазером с длиной волны излучения 650 нм (плотность мощности – 15,6 мВт/см², в части опытов – 20 мВт/см², длительность облучения – 15 и 5 мин., соответственно) при непрерывном перемешивании. Кровь каждого животного разделяли на две равные порции, контрольную и опытную, подвергавшуюся облучению, для каждой из которых проводили исследования по нижеприведенным параметрам. Средний объем эритроцитов, показатель гематокрита и концентрацию гемоглобина определяли на гемоанализаторе (*AL Cellcounter 2000*, Германия), концентрацию ионов Na и Ca, а также величину pH в цельной крови – с помощью ионометрического преобразователя И-500 (Аквилон, Россия). Вязкость крови измеряли в микрореометре ВИР-75МБ (Россия). Вязкость плазмы определяли капиллярскопическим методом. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием критерия Стьюдента на двустороннем уровне значимости для оценки достоверности разницы двух наблюдаемых частот ($p \leq 0.05$).

Результаты и их обсуждение

В ответ на облучение крови НИЛИ с длиной волны 650 нм зарегистрировано (табл.) увеличение объема эритроцитов, показателя гематокрита, деформируемости эритроцитарных мембран, снижение концентрации ионов Na и Ca в цельной крови.

Вследствие снижения относительно контроля концентрации ионов Na и Ca в облученной красным светом цельной крови повышается внутриклеточная концентрация этих ионов и создается осмотический градиент, обеспечивающий вход воды внутрь клеток, что приводит к увеличению объема эритроцитов. Это может быть фактором, приводящим к увеличению показателя гематокрита (табл.) и вязкости крови (рис. 1). В суспензии эритроцитов в аутологичной плазме (HCT=40 об.%) после облучения вязкость достоверно увеличивалась при скорости сдвига $1,17 \text{ c}^{-1}$ и выше. При этом предельное напряжение сдвига τ_0 (предел текучести), возрастало примерно в 2 раза относительно контроля, тогда как вязкость плазмы и степень агрегации эритроцитов не изменялись (табл.). После воздействия на кровь лазера, излучающего красный свет, отмечалась тенденция к снижению осмотической стойкости эритроцитов: уровень гемолиза возрастал примерно на 30% при концентрациях гемолизующего раствора 0,35% ($74,28 \pm 15,06$ в контроле и $95,97 \pm 2,73$ после облучения) и 0,40% ($72,30 \pm 13,37$ в контроле и $95,73 \pm 2,68$ после облучения). Кроме того уменьшался индекс фильтруемости (IF) эритроцитов, что свидетельствует об увеличении деформируемости мембран клеток после облучения *in vitro*. В литературе в качестве основных механизмов, регулирующих объем клеток, рассматриваются реакции трансмембранного ионного транспорта [3, 4]. В то же время известно, что способность эритроцитов осуществлять газовый транспорт связана со свойствами их мембран (эластичность, деформируемость) [5]. Эритроциты увеличенного объема имеют округлую и менее жесткую форму, препятствующую образованию из них «монетных столбиков» [6]. При изменении агрегационной способности эритроцитов изменяется такой реологический показатель, как вязкость крови. В наших опытах под влиянием облучения увеличивались и вязкость крови, и предельное напряжение сдвига, характеризующее прочность эритроцитарных агрегатов [7]. Вероятно, в силу того, что белки плазмы, в основном, фибриноген, были вовлечены в агрегацию, вязкость плазмы не увеличилась, несмотря на поступление воды в клетки; под влиянием облучения возможна и повышенная сорбция плазменных белков на поверхности эритроцитов [8].