

НЕЙРО- И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ В ОНТОГЕНЕЗЕ

Ополинский Э.С*., Архипов Б.А*., Айлантова С.В*., Иваницкая Л.Н**., Давыдов В.В*.,
Дараселия Э.К**., Парулава Г.**.

Институт Современного Детства, Москва*, Научно-исследовательский и Учебный
институт Валеологии ЮФО, Ростов-на-Дону **
edopol2@yandex.ru

Для понимания особенностей развития человека, правильной оценки и трактовки состояния его психического и неврологического статуса в норме и при некоторых формах патологии, наряду с различными и многочисленными параметрами, важное значение имеет знание особенностей право-левых отношений каждого конкретного человека, как в текущем статусе, так и в онтогенезе.

Известно, что межполушарная асимметрия (МПА) строения и функций коры больших полушарий (КБП) головного мозга имеет определенную, генетически детерминированную динамику в онтогенезе, что, по-видимому, может проявляться в фенотипе по-разному в зависимости от этапа онтогенеза, или в связи с рассматриваемой морфологической, или функциональной системой как в норме, так и в патологии (6,11). Это, вероятно, проявляется в виде ее прогрессивного усиления на ранних этапах эволюции с последующим – сглаживанием на поздних этапах онтогенеза.

Показано, что особенности симметрии/асимметрии манифестируют в жизнедеятельности человека неодинаково, как в зависимости от рассматриваемой морфологической или функциональной системы, так и от поведенческих особенностей

На основании данных современных исследований можно прийти к заключению о том, что особенности проявлений функциональной симметрии/асимметрии в поведенческих реакциях и клиническом состоянии человека, могут рассматриваться как функции от степени зрелости и морфологического состояния структур КБП, представленных в виде разнонаправленного многовекторного нейро- и психофизиологического пространства, не всегда устойчиво и явно коррелирующего с имеющимися представлениями по анатомии ЦНС (2,11). При этом, имеющиеся диагностические средства не всегда позволяют достоверно дать оценку текущего состояния МПА человека, в особенности у маленьких детей. (2,11 и др.).

Поскольку, как хорошо известно, вызванная электрическая активность головного мозга, достаточно полно отражает морфо-функциональное состояние головного мозга в онтогенезе, в настоящей работе была поставлена задача – изучить особенности МПА мозга, и, в частности, КБП в онтогенезе, т.е на этапах эволюции и инволюции, как отображение объективных предпосылок для выполнения человеком множества гностических и поведенческих задач, обусловленных, согласно представлением А.Р.Лурия (1975), функционированием разнообразных специализированных локальных систем мозга.

С этой целью изучалась вызванная электрическая активность (ВП) головного мозга на звуковые стимулы у 961 испытуемого - правшей обоюбого пола в диапазоне от 2-х до 86-летнего возраста, и не имевших заметных неврологических, слуховых, речевых, психических и соматических жалоб и нарушений.

Изучались медленные слуховые вызванные потенциалы (МСВП) в ответ на предъявление незначимого акустического сигнала без привлечения к нему внимания испытуемого (422 человека), а также в процедуре регистрации МСВП Р300 (539 человек).

Исследование выполнено с помощью комплекса «ЭНЦЕФАЛАН-131-01» фирмы МЕДИКОМ ЛМТ (Таганрог, Россия).

Электрическая активность головного мозга отводилась с помощью 19-канального ЭЭГ-усилителя. Электроды располагались на голове согласно стандартной схеме 10%-20%.

Для генерации МСВП применялись 30 звуковых стимулов, подаваемых бинаурально, через головные телефоны типа ТДНЗ9, интенсивностью 30 или 42 дБ SPL, (фронт нарастания/спадения тональной посылки - 5 мс и плато – 300 мс) и с фиксированным межстимульным интервалом 3 с.

Регистрация МСВП проводилась в условиях отвлечения внимания испытуемого от стимула чтением текста или рассматриванием рисунка, эффективность чего контролировалась с помощью последующего отчета испытуемого.

При исследовании МСВП в парадигме P300 (odd ball) обычно предъяснялось, в зависимости от возраста, до 150 тональных посылок с нерегулярным и случайным межстимульным интервалом в диапазоне от 2 до 6 с. Нецелевые звуковые посылки подавались с интенсивностью либо 30, либо 42 дБ над порогом слышимости (до 120 стимулов) и частотой заполнения 1000 Гц, между которыми были замешаны в случайном порядке целевые (до 30 стимулов) с интенсивностью 45 - 50 дБ SPL и с частотой заполнения – 500 Гц.

Испытуемым, доступным контакту, в соответствии с хорошо известной и общепринятой процедурой эксперимента, предлагалось игнорировать нецелевой стимул, а на целевой – нажимать на кнопку мыши, находившуюся в правой руке.

Испытуемым, с которыми достоверный контакт оказывался затруднительным, или даже, невозможным (маленькие дети) проводилось исследование МСВП P300 в условиях так называемого «пассивного восприятия» (3,12), т.е. без активной реакции испытуемого на целевой раздражитель.

При анализе полученных данных, наряду с изучением амплитудно-временных параметров ответов, оценивались также и качественные характеристики МСВП и МСВП P300, такие как: конфигурация ответа (униморфность или полиморфность), выраженность основных компонентов, особенности распределения ВП по скальпу с учетом их регионального распределения, симметричность/асимметричность ответов по полушариям.

В настоящей работе не приводятся результаты исследования амплитудно-временных характеристик МСВП; эти данные будут приведены и обсуждены в последующих публикациях.

Все отмеченные параметры и показатели рассматривались применительно к различным возрастным группам, вошедшим в исследование.

Изучение вызванной активности маленьких детей показало, что в возрасте от 2 до 3 лет (63 испытуемых), как МСВП, так и МСВП P300 на нецелевой стимул в большинстве случаев представляет собой медленное позитивно-негативно-позитивное колебание (PndNndPnd) с временными параметрами, находящимися в пределах соответственно 120-250–300 ms.

Данный тип ответа, при указанных выше параметрах и условиях стимуляции, выявляется во всех отведениях независимо от стороны регистрации, имеет у подавляющего большинства детей почти идентичную, или сходную конфигурацию во всех областях, при этом, однако, некоторая МПА конфигурации ответа обнаруживалась в парасагиттальных и височных отведениях у 14% детей данного возраста и проявлялась в дифференциации МСВП на ранние и поздние компоненты.

Ответы на целевой стимул, получаемые, как указывалось, в парадигме «пассивного восприятия» в большинстве случаев отличались от ответов на нецелевой стимул появлением начальных признаков дифференциации компонентов на ранние и поздние позитивные и негативные: у некоторых детей наблюдалась тенденция к дифференциации типичного для данной возрастной группы негативного компонента Nnd (250±53 мс) PndNndPnd - комплекса ответа на два субкомпонента (более ранний и более поздний), динамика которых будет прослежена в других возрастных группах. Кроме того, при данных условиях стимуляции в некоторых случаях (31%) регистрировался компонент P300, причем без четких признаков МПА.

У 4-х летних детей (группа состояла из 23 человек-правшей) возрастная динамика проявляется в нарастании количества детей с признаками прогрессивного созревания ЦНС, что, помимо динамики амплитудно-временных показателей МСВП, проявляется также в виде дифференциации состава ВП на ранние и поздние компоненты МСВП и МСВП Р300 на нецелевой стимул в 64% случаев. У этих детей удавалось выделить ранний комплекс ответа – Р1N1P2 и поздний - N2P3 (где P3 следует отличать от P300, поскольку он зарегистрирован на нецелевой стимул).

Асимметрия ВП в этой группе обнаруживалась в 57% случаев за счет более четкой дифференциации компонентов ответов, полученных от парасагиттальных и височных отведений преимущественно правой гемисферы. На целевой стимул отчетливая дифференцированность компонентного состава ВП отмечена уже в 82% случаев, причем МПА была обнаружена у 57% детей.

У детей старших возрастов - от 5 до 7 лет (104 человека, все правши) продолжается процесс дифференциации МСВП, как в ситуации отвлечения внимания ребенка от стимула (дистракции), так и при привлечении к нему внимания (парадигма МСВП Р300, odd ball). Это отображается в лучшей выраженности в данном типе ВП раннего и более позднего комплексов МСВП – Р1N1P2 и N2P3, а так же и других, ещё более поздних колебаний. При этом в данном возрастном диапазоне отчетливо наблюдается межполушарная асимметрия (МПА), которая в наибольшей степени касается выраженности компонентного состава МСВП и в парасагиттальных и височных регионах КБП. Значительно чаще наблюдается дифференцирование ответов в отведениях от правой гемисферы, тогда как слева, в особенности в височной области, далеко не всегда выделяется компонент P2; реже отмечаются обратные соотношения.

В следующей возрастной группе (8-13 лет, 115 человек) продолжает развиваться возрастная динамика становления межполушарных взаимоотношений.

В условиях отвлечения внимания, и в ответ на нецелевой стимулы наибольшая выраженность асимметрии (у правшей) касалась в основном поздних компонентов МСВП (P2N2P3), причем в основном МПА обнаруживалась, как и в предыдущих группах, в парасагиттальных и височных отведениях.

В МСВП от правой гемисферы в 75% случаев обнаруживался полноценный и четко выраженный компонентный состав, т.е. определялись комплексы Р1N1P2 и P2N2P3 МСВП. Кроме того значительно чаще компонент P3 (также, как и P300) во всех экспериментальных ситуациях в отведениях от правого полушария (в 51% случаев) имел большую амплитуду, чем слева, при этом, однако, в 38% ответов амплитуда P300 была одинаковой как справа, так и слева. В оставшихся случаях МПА имела обратный знак.

В следующей возрастной группе – от 14 до 18 лет (118 испытуемых) – в МСВП и в МСВП Р300 на нецелевой стимул отмечается заметное уменьшение МПА по компонентному составу, в первую очередь и в большей мере между парасагиттальными отведениями, но, также, и между височными областями, где она становится практически незначимой во всех экспериментальных парадигмах стимуляции.

На целевой стимул у подавляющего большинства детей выделялся четкий компонент P300 (у 78% обследованных подростков и юношей). В то же время амплитуда поздних компонентов N2P3 имела заметную тенденцию к большим значениями в правом полушарии, по сравнению с левым.

В следующей возрастной группе – от 19 до 25 лет (76 юношей и молодых людей) в ситуациях невнимания, или предъявления незначимого стимула заметных отличий от предыдущей группы не наблюдалось. Однако, при предъявлении целевых стимулов отмечено проявление у 34% испытуемых МПА в компонентном составе ответов только между височными отведениями за счет исчезновения компонента P2 то в правой, то в левой гемисфере. Также обнаружено некоторое превышение значений амплитуд компонентов N2 и P3 в височных отведениях правого полушария.

В возрастном диапазоне от 26 до 35-летнего возраста (75 испытуемых) выявлена картина характера распределения и наличия и особенностей МПА компонентного состава МСВП по скальпу в основном сходная с таковой в предыдущей возрастной группе, причем вновь отмечено некоторое превышение амплитуд компонента P300 в правом полушарии, по сравнению с левым при стимуляции значимым стимулом.

У испытуемых в возрастном диапазоне от 36 до 45 лет (110 человек) значительно различаются МСВП на стимулы, полученные в условиях distraction и нецелевые стимулы с одной стороны, и на целевые – с другой. Это для первых выражается в упрощении и обеднении конфигурации и компонентного состава МСВП, в которых четко выделяется ранний комплекс ответа - P1N1P2.

У большинства обследованных испытуемых существенной асимметрии данного комплекса не установлено как для парасагиттальных, так уже и для височных МСВП.

Ответы, полученные на целевые стимулы, примерно у 40% изученных людей обнаруживали негрубую асимметрию. МПА в этих случаях проявлялась в большей выраженности комплекса P2N2P3 и большей амплитуде компонента P3 значительно чаще в отведениях от правого полушария, по сравнению с левым.

В дальнейшем, в возрастной группе от 46 до 55-летнего возраста (87 человек) постепенно развивается ещё большее упрощение конфигурации и компонентного состава ответов на стимул, вызываемый при отвлечении внимания и на нецелевой стимулы, при этом заметной асимметрии МСВП не обнаруживалось.

На целевой стимул также практически не наблюдалось МПА МСВП, при этом следует отметить, что компонент P300 выделялся лишь только у 30% испытуемых.

С увеличением возраста обследованных лиц от 56 до 65 лет (74 человека) продолжается дальнейшее обеднение и упрощение конфигурации ВП вплоть до практически полного отсутствия МПА по всем отведениям на стимул, как в условиях distraction, так и игнорирования

МСВП на целевой стимул также обнаруживал в 45% случаев упрощение конфигурации ответа, сочетавшееся с отсутствием компонента P300. У остальных испытуемых регистрировался поздний комплекс P2N2P3, при этом лишь в некоторых случаях выявлялась существенная МПА по компоненту P300, чаще имевшего большую амплитуду в височных отведениях правого полушария.

У людей, вошедших в следующую, более старшую, возрастную группу (от 66 до 75-летнего возраста – 68 испытуемых) МСВП и МСВП P300 в экспериментальных ситуациях игнорирования стимула и в ответ на нецелевой стимулы практически не различались по конфигурации, были униформными и симметричными.

На целевой стимул МСВП P300 мало отличался от таковых, выделенных в условиях distraction и его (стимула) незначимости, к тому же ответ хуже выделялся из фоновой активности при усреднении. Однако компонент P300, хотя и слабо выраженный, был зарегистрирован у 40% испытуемых. Разнонаправленная асимметрия данного компонента была отмечена у 8% испытуемых.

В старшей возрастной группе (76 лет и старше - 57 человек), как и у испытуемых предыдущей возрастной группы при отвлечении внимания от стимула и в условиях его игнорирования зарегистрированные МСВП характеризовались четкой униформностью, симметричностью (лишь в 2% случаев была отмечена некоторая МПА в височных отведениях); компонентный состав как правило был представлен лишь ранним комплексом МСВП – P1N1P2. Только у 3,2% испытуемых наблюдались более поздние колебания.

Предъявление целевого стимула, оказывало незначительное влияние на парадигму выделенного МСВП, однако только лишь у 45% исследованных испытуемых выделился слабо выраженный компонент P300, с разнонаправленной его асимметричностью у разных испытуемых. Кроме того, следует отметить, что указанный тип МСВП хуже, чем предыдущие, выделялся из фоновой

активности.

Полученные в настоящей работе результаты свидетельствуют, на наш взгляд, о зависимости наличия, или отсутствия МПА, а также её выраженности, от фактора времени, т.е. от возраста человека. При этом выявляется очевидная связь данного феномена с основными периодами жизни человека (10).

Выраженная униформность всех видов МСВП, практически полное отсутствие МПА на ранних этапах онтогенеза по-видимому указывает на эквипотенциальность КБП мозга, когда индивидуальные особенности человека выражены в незначительной степени. Такая точка зрения нами уже высказывалась ранее (6,7). Обнаруженное у лиц старших возрастов прогрессивное уменьшение индивидуальных различий МСВП и полное исчезновение МПА, также позволяет предположить, что мозг на последовательных этапах инволюции также становится, как можно предполагать, эквипотенциальным.

По представленным данным о возрастной динамике МСВП на этапах эволюции и инволюции онтогенеза формирование МПА в основном приходится на первый детства. На этом этапе эволюции по-видимому происходит активное формирование морфофункциональных предпосылок к созреванию ЦНС и активному включению в деятельность разнообразных локальных сенсорных, речевых двигательных и других систем мозга, принимающих участие в познавательной деятельности растущего организма.

Именно в данном периоде и отмечается полиморфизм МСВП во фронтально-каудальном и право-левом планах КБП, что отражается в полиморфизме МСВП в парасагиттальных и височных областях и синхронном появлении МПА. На данном этапе, вероятно, важную роль играет неодинаковое участие симметричных височных областей КБП, указывающих на несинхронное и более медленное созревание нейронального аппарата левой височной доли у правой и, в то же время, более активное и специфическое участие в нейро- и морфофизиологических процессах симметричных образований правого полушария, что также было показано в других исследованиях (1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Айдаркин Е.К., Павловская М.А. Роль функциональной межполушарной асимметрии в формировании сенсомоторной интеграции в условиях зрительной и слуховой последовательной маскировки. // В сб.: Актуальные вопросы функциональной межполушарной асимметрии и нейропластичности. Материалы конференции. М. 18-19 декабря 2008 г., с. 9-13.
2. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М. Медицина, 1988. 238 с.
3. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. Изд. Таганрогского гос. Радиотехнического университета., 1997. 282 с.
4. Ефимова И.В. Амбидекстры. Нейропсихология индивидуальных различий. Изд. КАРО СПб.Ю 2007., с. :155.
5. Николаева Е.И. Леворукий ребенок. Изд. «ДЕТСТВО ПРЕСС». СПб,

- 6.Ополинский Э.С. Онтогенез, генетическая детерминированность индивидуальных особенностей вызванной активности головного мозга и дифференциальная диагностика функционального состояния ЦНС в норме и при некоторых видах отклонения в развитии. В сб.: Психология индивидуальности. Материалы конференции. М., 12-14 ноября. 2008. с.: 223-226.
- 7.Ополинский Э.С., Иваницкая Л.Н. Закономерности гетерохронного созревания головного мозга и морфофункциональные предпосылки познавательной деятельности детей и подростков. // Физиология развития человека. Материалы конференции. М. 22-24 июня. 2009., с: 79-80.
- 8.Ротенберг В.С. Функциональная асимметрия мозга человека (психофизиологические аспекты). Итоги науки и техники. Серия: Физиология человека и животных. Том. 35., с.: 145-232.
- 9.Ротенберг В. Сновидения, гипноз и деятельность мозга. Центр гуманитарной литературы РОН., М., 2001, 255 с.
- 10.Фельдштейн Д.И . Психология взросления. М. Изд. Флинта. 670 с.
- 11.Ньюкиктьен Ч. Детская поведенческая неврология. М. «Теревинф», 2009. Том. 1, 288 с.
- 12.Polich J. P300 на пассивную слуховую парадигму и при активной дискриминантной задаче. EEG and clin. Neurophys., 1989, 74.,312-320.