

**КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ
ПОТЕНЦИАЛОВ У ЛИЦ С РАЗНЫМ ТИПОМ МАНУАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ
(ВОЗРАСТНОЙ АСПЕКТ)**

Коцан И.Я., Качинская Т.В., Кузнецов И.П., Дмитроца Е.Р., Абрамчук О.Н.

Волынский национальный университет имени Леси Украинки, лаборатория
возрастной нейрофизиологии, Луцк, Украина

tkachin@gmail.com

Проблема леворукости со временем становится всё более актуальной – как в практическом, так и теоретическом аспекте. Данные об особенностях развития познавательных функций левшей являются немногочисленными и противоречивыми [2]. Большинство исследований, касающихся специфики психической деятельности левшей, связанные с изучением патологических феноменов [4, 6, 9].

Определение степени, в которой мануальная асимметрия связана с функциональной специализацией полушарий при осуществлении различных видов деятельности является важной и актуальной задачей психофизиологии. Восприятие, как активная психическая деятельность является многокомпонентной системой, состоящей из взаимодействий между различными структурами мозга, каждая из которых специализированно задействуется в отдельных сенсорных и когнитивных процессах [8]. Гетерохронное созревание структур мозга в онтогенезе даёт возможность выявить определенные этапы формирования мозговой организации этой функции, которая определяется возрастными особенностями различных зрительных операций, анализом свойств объекта, его мультимодальной консолидацией, идентификацией, оценкой значимости, принятием решения в соответствии с мотивом перцептивной деятельности. Выделение значимого стимула из совокупности всех предложенных стимулов характеризует познавательные возможности ребенка, его способности к целенаправленному, адаптативному поведению, умению выделять существенную информацию [1].

Важную роль в исследовании мозговых механизмов высших психических функций играют методы оценки электрической активности мозга, в том числе и вызванные потенциалы [3, 10]. Хотя установлена связь ВП коры головного мозга с конкретными психическими функциями, обучением, уровнем внимания и свойствами ВНД, остаются недостаточно изученными механизмы зрительного восприятия на разных этапах перцептивного акта у право- и леворуких лиц в процессе онтогенеза.

Данные о взаимосвязи в онтогенезе формирование «рукости», речи, эмоций и функциональной специализации мозга имеют фрагментарный характер [2].

Целью настоящего исследования было изучение особенностей межполушарных и внутриполушарных взаимодействий у правшей и левшей младшей, средней и старшей школьных групп в зависимости от вероятности подачи значимых зрительных стимулов.

Методы исследования. Исследование проведено на 120 испытуемых мужского пола, учащихся СОШ г. Луцка и студентах I курса Волынского национального университета им. Леси Украинки. Испытуемые были поделены на три возрастные группы по 40 человек в каждой: младшая – младшие школьники (возраст 7–8 лет; 20 – правшей, 20 – левшей), средняя – лица среднего школьного возраста (12–13 лет, 20 – правшей, 20 – левшей) и старшая – лица старшего школьного возраста (16–17 лет; 20 – правшей, 20 – левшей).

По типу мануальной асимметрии испытуемые были поделены на левшей и правшей. В нашем исследовании для определения доминантной руки использовался комплекс соответствующих тестов [4]. Амбидекстры участия в исследовании не принимали.

Зрительные ВП коры головного мозга регистрировались тахистоскопически при помощи системы компьютерной электроэнцефалографии “DX-5000 Practic”, разработанной фирмой “DX-системы” (Харьков, 1999). Для выделения зрительных ВП из нативной ЭЭГ проводились 100 суммаций ЭЭГ-кривой; интервал анализа одиночного ответа составлял 640 мс, предстимульный интервал не входил в анализируемую кривую. Регистрацию ВП коры головного мозга проводили по общепринятой методике регистрации ЭЭГ. 16 активных электродов накладывались в соответствии с международной системой «10:20» (Jasper, 1957). Испытуемый находился в свето- и звукоизолированной экранированной кабине в состоянии спокойного бодрствования в положении сидя. Во время записи зрительных когнитивных вызванных потенциалов мозга глаза у право- и леворуких лиц были закрытыми, во избежание неприятных субъективных ощущений, вызванных вспышкой высокой яркости. Регистрация проводилась монополярно с референтным вертекс-электродом. Полученные ВП в дальнейшем анализировались в симметричных отведениях в лобных (F), височных (T), центральных (C), теменных (P), затылочных (O) зонах правого (s) и левого (d) полушарий головного мозга.

В качестве стимула использовались вспышки света интенсивностью 0,3 Дж и частотой 2 Гц, которые подавались при помощи фотостимулятора. Эталонные – незначимые (вспышки длиной 47 мс) и тестовые – значимые (117 мс) стимулы подавались в случайной последовательности. Во всех экспериментальных ситуациях интервал между значимыми и незначимыми стимулами был случайным и составлял 1,5–2 с, чтобы избежать привыкания к периодичности [3]. По окончании эксперимента испытуемых опрашивали на предмет эффективности субъективного различия значимых и незначимых стимулов (в т.ч. испытуемый должен был назвать количество значимых стимулов). Изучение вызванных потенциалов коры головного мозга проводилось в условиях следующих экспериментальных ситуаций: фотостимуляция (подача незначимых стимулов); фотостимуляция и подсчет значимых стимулов в уме (вероятность предъявления значимых и незначимых – 50:50, всего – 100 стимулов); фотостимуляция и подсчет значимых стимулов в уме (вероятность предъявления значимых и незначимых – 25:75, всего – 100 стимулов).

Испытуемый мысленно подсчитывал количество значимых стимулов, поддерживая при этом высокий уровень внимания [10]. Выбор устного счёта как модели когнитивной деятельности определяется тем, что нейрофизиологические механизмы, которые обеспечивают эту операцию, у здоровых взрослых испытуемых локализованы в основном в левом полушарии. Деятельность, которую мы рассматриваем, реализуется в онтогенезе сравнительно поздно, что позволяет ожидать усовершенствования её нейрофизиологической организации с возрастом [7].

Изучение зрительных ВП коры головного мозга проводили с помощью корреляционного анализа зрительных ВП. Коэффициент корреляции рассчитывался для мощности сигнала в интервале 200 мсек с последующим шагом в 10 мсек. Значения коэффициентов корреляции (r) были в пределах от -1 до +1. Негативные корреляции имели низкие показатели и во время анализа не учитывались. Анализировали значимые (0,51-0,7) и высокие (0,71-0,99) показатели коэффициентов кросскорреляции.

Статистическая обработка проводилась с использованием программы “Attestat” в среде MS Excel 2000. Определяли нормальность полученных данных. Зависимость данных ВП коры головного мозга от факторов „тип мануальной асимметрии”, „возраст” и „вероятность подачи значимых стимулов” определялись с помощью многофакторного дисперсионного анализа (MANOVA). Для парного сравнения групп использовались критерии достоверности Стьюдента (t), Манна-Уитни (W) и показатель достоверности при сравнении средних величин (p). Разницу между двумя средними

величинами считали достоверной при значениях $t \geq 2,0$ и $p \leq 0,05$. Определяли среднее значение показателя (M) и величину средней ошибки ($\pm m$) [5]. В результате проведенного дисперсионного анализа наиболее значимыми факторами оказались „тип мануальной асимметрии” и „возраст”.

Результаты и обсуждение. Анализ корреляционных связей у младших школьников с различными типами мануальной асимметрии показал, что у праворуких школьников (7–8 лет) в процессе классификации элементов изображения с последующим распознаванием и подсчетом в большей мере были задействованы переднеассоциативные отделы левого (F_3 – F_7 правши $0,63 \pm 0,05$ / левши $0,48 \pm 0,05$) и заднеассоциативные отделы – правого полушария (C_4 – T_4 правши $0,55 \pm 0,04$ / левши $0,62 \pm 0,04$; P_4 – T_6 правши $0,61 \pm 0,06$ / левши $0,57 \pm 0,04$). У левшей узнавание и подсчет значимых стимулов происходили в условиях более активного взаимодействия между центральной, височной и теменной зонами правого полушария (рис. 1.1).

Правши среднего школьного возраста, по сравнению с левшами, характеризовались большей плотностью корреляционных связей, особенно – межполушарных, в переднеассоциативных отделах КГМ. В границах каудальных отделов отмечено усиление взаимодействий между височными отделами левого полушария у праворуких испытуемых, по сравнению с леворукими. У школьников средней возрастной группы в процессы распознавания, классификации и подсчета значимых стимулов вовлекались как передне-, так и заднеассоциативные отделы мозга (рис. 1.2).

У праворуких старших школьников, в сравнении с леворукими, во время восприятия и обработки зрительных стимулов различной вероятности предъявления наблюдается более высокий уровень функциональных связей между различными отделами коры головного мозга, на что указывает большее количество значимых и высоких меж- и внутримушарных корреляций (рис. 1.3).

I II III IV V

Рис. 1. Корреляционные связи ВП мозга у право- (А) и леворуких (Б) 1 – младших (n=40), 2 – средних (n=40), 3 – старших школьников (n=40).

— ¹ - высокие корреляции, - - - - - значимые корреляции. I – фотостимуляция, II – фотостимуляция 50:50 (значимые), III – фотостимуляция 50:50 (незначимые), IV – фотостимуляция 25:75 (значимые), V – фотостимуляция 25:75 (незначимые).

* – статистически достоверно высший коэффициент корреляции у правшей по сравнению с левшами ($p \leq 0,05$); ** – статистически достоверно высший коэффициент корреляции у левшей по сравнению с правшами ($p \leq 0,05$).

В наших исследованиях было выявлено формирование четких фокусов взаимодействия корковых структур и большее количество корреляций у правшей и их диффузн ² – у левшей.

В процессе онтогенеза у правшей наблюдается увеличение количества значимых и высоких корреляционных связей, в первую очередь – в отделах фронтальной коры. У юношей увеличивалось количество корреляций между височными, центральными и теменными отделами левого полушария. У левшей выявлено усиление корреляционных связей между лобными отделами как при переходе к среднему, так и при переходе к старшему школьному возрасту. В пределах заднеассоциативной коры отмечено увеличение количества корреляций между отделами левого полушария при переходе от среднего ³ к старшему школьному возрасту. У младших школьников с левым типом мануальной асимметрии между лобными отделами коры головного мозга не зафиксированы значимые и высокие корреляционные связи, что может указывать на меньшую сформированность структур соответствующих зоны коры, в сравнении с праворукими младшими школьниками и лицами средней и старшей возрастных групп.

В отличие от лиц старшего школьного возраста, у младших школьников с разным типом мануальной асимметрии не наблюдалось билатерального вовлечения корковых структур и участия в функциональных объединениях лобных отделов.

Наличие значимых и высоких межполушарных связей в пределах фронтальной коры и одновременно высоких внутрислошарных между височными, теменными и центральными отведениями правого полушария у правшей согласуется с данными, которые указывают на активацию медиальных и латеральных зон фронтальной коры во время опознания стимула и сознательной его обработки [11]. Согласно нашим

результатам, подобная стратегия характерна для правой, тогда как у левой увеличивается роль заднеассоциативных отделов левого полушария.

Высказывается предположение о различном характере взаимодействий корковых и подкорковых структур у право- и леворуких испытуемых, в формировании межполушарной асимметрии мозга, стратегии обработки стимулов разной значимости и природы при регуляции различных видов деятельности. Это представление согласуется с данными других авторов [6]. Можно предположить, что у левой на формирование асимметрии полушарий и регуляцию различных видов деятельности оказывают как подкорковые структуры, так и стволовые – в большей степени, чем у правой.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о том, что у праворуких лиц более сложный и дифференцированный характер межполушарных взаимодействий, отражающих реципрокные влияния различных регуляторных систем мозга, в сравнении с леворукими испытуемыми. В процессе онтогенеза меняется роль различных мозговых структур, а также характер их взаимодействия, лежащей в основе обеспечения процессов восприятия и обработки информации различной значимости. Очевидно, это связано с созреванием, как корковых участков, так и связей между ними, независимо от типа мануальной асимметрии.

Можно предположить, что межполушарные различия у лиц с разным типом мануальной асимметрии проявляются в организации корковых связей [6]. У праворуких лиц уже в младшем школьном возрасте отмечено формирование левополушарной асимметрии, которая проявляется в наличии значимой внутрислошарной корреляционной связи между отведениями F₃ и F₇.

Разница в работе лобных областей коры головного мозга, по данным корреляционного анализа, появляется в подростковом возрасте. У правой по сравнению с левшами, увеличивается количество межполушарных корреляций между участками фронтальной коры.

В результате следует отметить, что особенности корково-подкорковых взаимодействий у правой требуют большей специализации мозговых структур и проявляются в более четкой латерализации высших нервных функций в полушариях мозга. Таким образом, более четкая латерализация функций у лиц с правым типом мануальной асимметрии является, скорее всего, результатом лучшей сформированности функций фронтальных отделов коры головного мозга.

Литература

1. Баранов-Крылов И. Н., Шуваев В. Т. Нейрофизиологические индикаторы произвольного и непроизвольного зрительного внимания у человека. Физиология человека. 2000. Т. 26. № 6. С. 31–40.
2. Безруких М. М., Верба А. С. Развитие комплекса познавательных функций у праворуких и леворуких мальчиков 6–7 лет с особенностями раннего развития. Физиология человека. 2007. Т. 33. № 6. С. 14–20.
3. Гнездецкий В. В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. М. : МЕДпресс-информ, 2003. С. 66–74.
4. Доброхотова Т. А., Брагина Н. Н. Левши. М. : Книга, 1994. 232 с.
5. Елисеева И. И. Общая теория статистики. М. : Финансы и статистика, 2004. 656 с.
6. Жаворонкова Л. А. Особенности межполушарной асимметрии электроэнцефалограммы правшей и левшей как отражение взаимодействия коры и регуляторных систем мозга. М. : Науч. мир. 2004. С. 287–292.
7. Князева М. Г., Большакова Е. Г. ЭЭГ-корреляты успешности вербально-аналитической деятельности младших школьников. Новые исследования в психологии и возрастной физиологии. 1990. Т.1. С. 75–79.
8. Фарбер Д. А., Бетелева Т. Г. Формирование системы зрительного восприятия в онтогенезе. Физиология человека. 2005. Т. 31. № 5. С. 26.
9. Чуприков А. П., Педак А. А. Адаптационная концепция шизофрении с позиций учения о функциональной асимметрии мозга. Архив психиатрии. 1997. Т. 12–13. С. 9–15.
10. Polich J. Cognitive Brain Potentials. Current Directions in Psychological Science. 1993. V. 2. № 6. P. 175.
11. Posner M. I., Pavese A. Anatomy of word and sentence meaning. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1998. V. 95. P. 899.