

**ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ
(ПСИХИЧЕСКОЙ) ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

УДК 612.821.2

**ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯТОРНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ
КОМПОНЕНТОВ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ДЕТЕЙ
7–10 ЛЕТ С ЛОКАЛЬНЫМИ ОТКЛОНЕНИЯМИ НА ЭЭГ
ПРАВОГО ПОЛУШАРИЯ**

© 2011 г. О. А. Семенова, Р. И. Мачинская

*Институт возрастной физиологии РАО, Москва,
e-mail: semenova_neuro@yahoo.com*

Поступила в редакцию 01.12.2010 г.

Принята в печать 13.04.2011 г.

На основании визуального анализа фоновой ЭЭГ были сформированы две группы детей 7–10 лет: 15 детей с локальными изменениями электрической активности правого полушария и 21 ребенок без отклонений электрической активности мозга от возрастной нормы. С помощью нейропсихологического анализа у детей основной и контрольной групп оценивалось состояние процессов регуляции деятельности, вербальных и невербальных высших психических функций. У детей с локальными изменениями электрической активности правого полушария по сравнению с детьми контрольной группы выявлены особенности формирования когнитивных функций в виде трудностей выработки стратегии деятельности и устойчивого удержания усвоенной программы, повышенной утомляемости и изменений эмоционального реагирования (тревожности или дурашливости), нарушения целостности зрительного восприятия, нарушения соматосенсорного гнозиса, снижения продуктивности узнавания предметных изображений, снижения возможностей запоминания зрительной информации.

Ключевые слова: правое полушарие, дети, познавательная деятельность, нейропсихология, ЭЭГ.

**Specific Features of Regulatory and Information-Related Components of Cognitive Processes
in 7–10-Year-Old Children with Local EEG Abnormalities in the Right Hemisphere**

O. A. Semenova, R. I. Machinskaya

*Institute of Developmental Physiology, Russian Academy of Education, Moscow,
e-mail: semenova_neuro@yahoo.com*

Two groups of 7–10-year-old children were formed on the basis of the results of visual analysis of their EEG. The first group included 15 children with local EEG deviations in the right hemisphere, and the second group included 21 children without EEG deviations from the age norm (control group). In both groups, verbal and nonverbal higher mental functions and the ability to voluntary control of activity were assessed by means of neuropsychological methods. As compared to children of the control group, children with local EEG deviations in the right hemisphere demonstrated some difficulties in strategy formation, reduced ability to maintain already formed programs, increased fatigue, changes in affective behavior (anxiety and behavioral excitability), deficit of visual and somatosensory perceptual synthesis, reduction in object recognition efficiency, and visual memory deficit.

Keywords: right hemisphere, children, cognitive functions, neuropsychology, EEG.

Вопрос о роли структур правого полушария в обеспечении различных компонентов высших психических функций у детей остается открытым. В литературе описан так называемый правополушарный синдром —

комплекс специфических нарушений познавательной деятельности и поведения, возникающий в результате поражения правого полушария у взрослых: левостороннее игнорирование, анозогнозия (больные не осозна-

ют свой дефект), зрительно-конструктивные и зрительно-пространственные расстройства, диспросодия (нарушения мелодических компонентов речи), расстройства соматогнозиса, трудности распознавания лиц, дефицит зрительной памяти [2, 9]. Также существуют данные о правополушарном обеспечении ряда компонентов управляющих функций, в том числе тормозного контроля (*inhibition control*), позволяющего осуществлять избирательный анализ информации и избирательную регуляцию деятельности [11]. Известно влияние поражений правого полушария на состояние эмоциональных процессов и социальное поведение [20, 30]. Ряд компонентов речевых функций и слухоречевой памяти, по данным исследований [2, 26], также реализуется при участии правого полушария.

Отмечено, что в детском возрасте нарушения познавательных процессов при поражениях мозга носят более стертый характер, и проявления поражения правого полушария не всегда совпадают с паттерном, характерным для взрослых [28]. Как отмечают авторы, такие когнитивные функции, как распознавание лиц, речь, экспрессивная просодика, на ранних стадиях развития имеют билатеральную репрезентацию. В то же время чем раньше в онтогенезе произошло поражение правого полушария, тем более грубым будет недоразвитие познавательных функций [2]. Так, показано [19], что при ранних (до 1 года) поражениях мозга развитие интеллектуальных (как вербальных, так и невербальных) процессов больше страдает при локальных повреждениях правого полушария. При ЭЭГ-исследовании детей 7–8 лет с умственной отсталостью негенетического происхождения [5] локальные изменения электрической активности мозга преимущественно были выявлены в височных и лобных областях правого полушария.

Распространенным вариантом трудностей обучения у детей с дисфункцией правого полушария считается так называемая дискалькулия развития [12] — нарушение способностей усвоения и выполнения арифметических операций. Современные исследования выявляют у детей с дискалькулией признаки структурных изменений в правом полушарии [23], в том числе редукцию серого вещества в правой передневисочной области и редукцию объема белого вещества в правой теменно-височной коре, а также выраженные микроструктурные нарушения в белом веществе теменно-височной доли правого полушария и путей, с ней связанных.

Таким образом, очевидно, что структуры правого полушария играют существенную роль в обеспечении широкого спектра различных компонентов познавательной деятельности, важных для успешной учебной адаптации. Возможно, роль правого полушария в обеспечении познавательных функций бо́льшая, чем принято думать.

О влиянии состояния правого полушария на формирование познавательных процессов в различные периоды развития известно мало. В ходе наших исследований связи функционального состояния мозга с особенностями формирования психических функций была выделена группа детей с изменениями электрической активности (ЭА) правого полушария, испытывающих трудности в обучении и имеющих поведенческие нарушения. Задачей настоящего исследования являлся анализ состояния различных компонентов познавательных функций в этой группе. Изучение влияния функционального состояния правого полушария на реализацию высших психических функций позволит внести вклад в понимание роли правого полушария в осуществлении познавательных процессов в детском возрасте. Кроме того, исследования в этом направлении могут пролить свет на механизмы трудностей адаптации к обучению.

МЕТОДИКА

Исследование проводилось на базе московских школ и в Центре диагностики развития Института возрастной физиологии РАО. Все дети обучались в массовой школе по стандартным (не коррекционным) программам. Они принимали участие в исследовании добровольно при информированном согласии родителей.

У 215 детей в возрасте от 7 до 10 лет был проведен визуальный анализ фоновой ЭЭГ и полное нейропсихологическое обследование состояния высших психических функций. Бо́льшая часть общей выборки детей (83.3%) испытывала трудности обучения и/или имела отклонения в поведении. Запись ЭЭГ производилась с помощью компьютерного электроэнцефалографа NEUROTRAVEL (AteMedica, Россия) от затылочных, теменных, центральных, лобных, передневисочных и задневисочных отведений, симметрично расположенных по стандартной схеме 10–20% над правым и левым полушариями, с частотой пропускания усилителя от 0.5 до 30 Гц. При визуальном анализе использовались как монополярные (с ип-



Рис. 1. Группы острых волн тета-диапазона, зарегистрированные в правом задневисочном отведении (*T6*) при биполярном монтаже с использованием метода “обратных фаз”. Фрагмент ЭЭГ девочки 10 лет.

Fig. 1. Groups of sharp theta waves show phase reversal at the right temporal posterior lead (*T6*). EEG recording for 10-years-old girl.

силатеральными ушными референтными электродами), так и биполярные монтажи. По результатам ЭЭГ-исследования были сформированы основная и контрольная группы. В основную группу вошли 15 детей (12 мальчиков и 3 девочки, средний возраст 9.08 ± 1 год) с локальными изменениями фоновой электрической активности правого полушария головного мозга в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами. В эту группу были включены дети, у которых на ЭЭГ правого полушария в течение 3-минутной записи до применения функциональных проб неоднократно (3 раза и более) наблюдались изменения в виде одиночных острых волн (длительностью от 70 до 200 мс [13]) или групп острых волн тета-диапазона, превышающих амплитуду основного ритма ЭЭГ более чем в 2 раза. Пример подобного ЭЭГ-паттерна представлен на рис. 1. Для внутриполушарной локализации изменений ЭА мозга мы использовали стандартный для визуального анализа способ биполярной регистрации ЭЭГ с расположением на соседних каналах одних и тех же регистрирующих электродов, но с разной полярностью — метод “обратных фаз” (phase reversal technique [13]). По данным нашего предыдущего исследования, локальные отклонения ЭА правого полушария не характерны для детей без нарушений познавательного

развития [3]. В основную группу не вошли дети, на ЭЭГ которых были обнаружены локальные отклонения ЭА левого полушария, а также выраженные изменения ЭЭГ глубинного происхождения в виде билатерально-синхронных разрядов высокоамплитудных (свыше 200 мкВ) острых волн различной частоты. Помимо изменений ЭА правого полушария в этой группе детей, так же как в контрольной группе, могли наблюдаться билатерально-синхронные непароксизмальные паттерны стволового или диэнцефального происхождения в виде генерализованных одиночных острых волн или групп острых волн (до 200 мкВ). По частоте представленности этих паттернов группы не различались ($\chi^2 = 2.063, p = 0.151$), в контрольной группе они наблюдались в 92.5% случаев, в основной группе — в 80% случаев. По данным онтогенетических исследований, генерализованные одиночные острые волны или группы острых волн (до 200 мкВ) часто встречаются у здоровых детей вплоть до юношеского возраста и не являются признаками отклонений от возрастной нормы [4]. Представленность локальных изменений ЭЭГ в различных зонах правого полушария у детей основной группы демонстрируется в табл. 1. У детей, включенных в основную группу, в анамнезе не было отмечено выраженной неврологической или психиче-

Таблица 1. Представленность локальных изменений ЭА в различных зонах правого полушария у детей основной группы**Table 1.** Topography of local EEG deviations in right hemisphere for children of experimental group

Лобные	Центральные	Теменные	Передневисочные	Задневисочные	Затылочные	Генерализованно по полушарию
9 (60.0%)	8 (53.3%)	5 (33.3%)	5 (33.3%)	12 (80.0%)	1 (6.7%)	4 (26.7%)

ской патологии, относящейся к классу VI (болезни нервной системы) или к блокам F00-F39, F70-F79, F99 класса V (психические расстройства и расстройства поведения) по международной классификации болезней МКБ-10.

В контрольную группу вошел 21 ребенок (10 мальчиков и 11 девочек, средний возраст 9.08 ± 1.08 года) без отклонений ЭА мозга от возрастной нормы [4]. Были получены сведения об академической успеваемости детей, школьной дезадаптации (наличие/отсутствие проблем как в обучении, так и во взаимоотношениях со сверстниками и учителями). Для выявления особенностей поведения, которые относятся к симптомам дефицита внимания и импульсивности/гиперактивности использовалась анкета (ADHD Rating Scale-IV [10]), содержащая описание 18 симптомов (9 симптомов нарушений внимания и 9 симптомов гиперактивности/импульсивности), в соответствии с критериями Американской психиатрической ассоциации (DSM-IV – Diagnostic and Statistic Manual of Mental Disorders IV). Выбор именно этой анкеты был связан с относительной простотой ее заполнения и интерпретации, а также с тем, что именно она наиболее часто используется в исследовательских целях. Анкета заполнялась родителями и/или педагогами образовательного учреждения, в котором обучался ребенок. Вывод о наличии у ребенка дефицита внимания делался в том случае, если в его анкете было отмечено не менее шести часто повторяющихся симптомов невнимательности, при частичном наличии (два или более) симптомов гиперактивности/импульсивности; вывод о наличии отклонений в поведении по типу гиперактивности/импульсивности – если в его анкете было отмечено не менее шести симптомов гиперактивно-импульсивного поведения при частичном наличии признаков дефицита внимания.

Основные параметры нейропсихологического обследования представлены в табл. 2. Оценка компонентов познавательной деятельности ребенка в нейропсихологическом обследовании проводилась: а) по результатам выполнения ребенком 23 нейропсихологических те-

стов; б) по результатам наблюдения за поведением и особенностями деятельности ребенка во время обследования. С помощью качественного анализа были выделены 172 параметра, характеризующих поведение испытуемых во время обследования и выполнение ими тестов. Отдельные параметры объединялись в интегральные показатели, отражающие состояние различных компонентов регуляции деятельности и процессов обработки информации (информационных компонентов) (см. табл. 2).

Оценки по параметрам, группируемым по принадлежности к тому или иному компоненту, переводились в относительный вид для того, чтобы сделать их сопоставимыми друг с другом. Этот перевод осуществлялся на основании сопоставления с показателями выполнения нейропсихологических проб детьми 7–10 лет без трудностей обучения и отклонений в поведении (“Адаптивная норма”, $N = 51$), которые не входили в исследованную в настоящей работе выборку. По каждому из первично оцененных параметров вычислялось среднее значение (M) и стандартное отклонение (δ) для “Адаптивной нормы”. В результате каждому участвовавшему в данном исследовании ребенку по каждому показателю присваивался балл от 0 до 3, в зависимости от того, насколько его индивидуальное значение отклонялось от среднего значения для “Адаптивной нормы”. Оценка “1” присваивалась в том случае, если индивидуальное значение попадало в промежуток $M \pm 1\delta$, оценка “0” – если значение было ниже $M - 1\delta$, оценка “2” – если значение попадало в промежуток от $M + 1\delta$ до $M + 2\delta$, оценка “3” – если значение превышало $M + 2\delta$. Таким образом, более высокие баллы соответствовали большей выраженности дефицита.

В дальнейшем баллы для параметров, относящихся к одному компоненту деятельности, усреднялись для каждого испытуемого с целью получения коэффициентов дефицита регуляторных и информационных компонентов познавательной деятельности.

Для оценки межгрупповых различий показателей нейропсихологического обследования ис-

Таблица 2. Параметры нейропсихологического обследования**Table 2.** Neuropsychological parameters

Информационные и регуляторные компоненты познавательной деятельности	Признаки, отражающие дефицит компонентов познавательной деятельности
Управляющие функции	
Усвоение алгоритмов деятельности	Отклонение от намеченной структуры при копировании (копирование сложной фигуры Тэйлора правой рукой); трудности усвоения факта наличия повторяющейся последовательности движений (исследование динамического праксиса); трудности усвоения правильного числа движений в серии (исследование динамического праксиса); симметричное выполнение асимметричных постукиваний (выполнение ритмов по образцу, выполнение ритмов по речевой инструкции); наличие вpletений (воспроизведении по памяти 2 групп по 3 слова).
Создание стратегии деятельности	Трудности создания стратегии (копирование сложной фигуры Тэйлора); пропуск деталей сюжета, восстановимый с помощью наводящих вопросов (пересказ текста, воспринятого на слух).
Преодоление непосредственных реакций	Эхо-ответы (реакция выбора); опережающие ответы (тактильное распознавание геометрических фигур, выполнение ритмов по образцу); снижение ориентировки в условиях задачи (рассказ по серии сюжетных картинок).
Своевременное прекращение начавшегося действия и переключение с одного действия на другое	Двигательные персеверации (реакция выбора, графическая проба – выполнение правой и левой руками, выполнение ритмов по образцу и по речевой инструкции); персевераторное узнавание (тактильное распознавание геометрических фигур), повтор элемента в течение одного воспроизведения (воспроизведение по памяти 2 групп по 3 слова).
Переключение с одного способа действий на другой, с программы на программу	Воспроизведение предыдущей упроченной программы вместо новой (реакция выбора, исследование динамического праксиса); использование упроченного способа выполнения вместо нового (выполнение ритмов по образцу и по речевой инструкции); действие на основании привычного стереотипа (тактильное распознавание геометрических фигур, оценка ритмов); повтор ошибки от воспроизведения к воспроизведению (воспроизведение по памяти 2 групп по 3 слова).
Устойчивое поддержание усвоенной программы	Наличие ошибок выполнения серийных последовательностей на этапе после успешного усвоения программы (реакция выбора, исследование динамического праксиса (выполнение правой и левой рукой), графическая проба (выполнение правой и левой рукой)).
Контроль за выполнением собственных действий	Трудности самостоятельного обнаружения и исправления допущенных ошибок (реакция выбора, исследование динамического праксиса, графическая проба).
Слухо-речевые функции	
Артикуляция	Трудности плавного переключения со звука на звук при повторении последовательностей звуков, сложных слов и скороговорок.
Звуковой анализ	Пропуск букв при произнесении слов разной сложности по буквам
Звуковой синтез	Трудности восстановления из отдельных букв, воспринятых на слух, целого слова.
Различение на слух близких звуков	Звуковые замены (письмо предложений под диктовку, воспроизведение по памяти 2 групп по 3 слова, группы слов).

Таблица 2. Продолжение
Table 2. (Contd.)

Информационные и регуляторные компоненты познавательной деятельности	Признаки, отражающие дефицит компонентов познавательной деятельности
Точность словоупотребления	Семантические замены (письмо предложений под диктовку, называние предметных изображений, воспроизведение по памяти 2 групп по 3 слова, группы слов, рассказ по серии картинок, пересказ текста, воспринятого на слух).
Активный словарный запас	Трудности использования низкочастотной лексики (называние предметных изображений, рассказ по сюжетной картинке, рассказ по серии картинок).
Развитость фразовой речи	Обедненность спонтанной речи выразительными средствами (рассказ по сюжетной картинке, рассказ по серии картинок).
Грамматическая правильность речи	Аграмматизмы (рассказ по сюжетной картинке, рассказ по серии картинок, пересказ текста, воспринятого на слух).
Неречевое слуховое восприятие	Ошибки при оценке ритмических структур (оценка ритмов, воспроизведение ритмов по слуховому образцу).
Зрительное восприятие	
Продуктивность узнавания предметных изображений	Снижение продуктивности узнавания (узнавание реалистических перечеркнутых, наложенных изображений).
Целостность зрительного восприятия	Фрагментарность изображения (копирование сложной фигуры Тэйлора, воспроизведение по памяти ряда фигур, копирование с перешифровкой); восприятие фрагментов одного изображения как разных изображений (узнавание изображений с недостающими деталями).
Восприятие топических отношений	Ошибки расположения деталей относительно целого (копирование сложной фигуры Тэйлора, воспроизведение по памяти ряда фигур).
Восприятие метрических отношений	Трудности соблюдения линейных пропорций (копирование сложной фигуры Тэйлора); трудности соблюдения угловых пропорций (копирование сложной фигуры Тэйлора).
Точность воспроизведения зрительно-пространственного материала	Искажения и зрительно-моторные замены (письмо предложений под диктовку, воспроизведение по памяти ряда фигур).
Соматосенсорная чувствительность	
Кинестетическая чувствительность	Ошибки воспроизведения позы пальцев по кинестетическому образцу (исследование кинестетического праксиса в правой и в левой руке).
Тактильная чувствительность	Ошибки тактильного распознавания геометрических фигур (тактильное распознавание геометрических фигур в правой и в левой руке).
Соматосенсорная чувствительность в правой руке	Нарушение тактильной и кинестетической чувствительности в правой руке.
Соматосенсорная чувствительность в левой руке	Нарушение тактильной и кинестетической чувствительности в левой руке.
Пространственные представления	
Представления о пространстве тела	Трудности определения правой и левой руки у себя, у сидящего напротив человека.
Представления о двумерной системе координат	Несоответствие системы координат деталей и целого (копирование сложной фигуры Тэйлора); инвертированное воспроизведение (исследование динамического праксиса, воспроизведение по памяти ряда фигур)

Таблица 2. Окончание
Table 2. (Contd.)

Информационные и регуляторные компоненты познавательной деятельности	Признаки, отражающие дефицит компонентов познавательной деятельности
Память	
Непосредственное запоминание зрительно-пространственного материала	Низкие объем и точность первого воспроизведения, слабая эффективность запоминания, нестабильность удержания материала в процессе повторных воспроизведений, забывание после интерференции (воспроизведение по памяти ряда фигур).
Непосредственное запоминание слухоречевого материала	Низкие объем и точность первого воспроизведения, слабая эффективность запоминания, нестабильность удержания материала в процессе повторных воспроизведений, забывание после интерференции (воспроизведении по памяти группы слов).
Непосредственное запоминание слухоречевого материала в условиях гомогенной интерференции	Низкие объем и точность первого воспроизведения, слабая эффективность запоминания, нестабильность удержания материала в процессе повторных воспроизведений, контаминация, ретроактивное и проактивное торможение, забывание после интерференции (воспроизведение по памяти 2 групп по 3 слова).
Извлечение речевого материала из памяти	Трудности припоминания слов-наименований при назывании предметных изображений.
Опосредованное (смысловое) запоминание слухоречевого материала	Пропуск деталей сюжета, не восстановимый с помощью наводящих вопросов (пересказ текста).
Эмоционально-мотивационная сфера	
Распознавание эмоционального состояния и мотивов поведения других	Неадекватная трактовка эмоционального состояния героев сюжетных картин (рассказ по одноактной сюжетной картинке); неадекватная трактовка мотивов поведения героев сюжета (рассказ по одноактной сюжетной картинке, рассказ по серии картинок, пересказ текста).
Особенности эмоционального реагирования	Наличие проявлений тревожности, плаксивости, раздражительности, агрессивности, дурашливости, ажитации, демонстративности в поведении, попытки отказа от выполнения заданий, снижение дистанции в отношениях или неконтактность (наблюдение за поведением в процессе обследования).
Мотивация к обследованию	Отсутствие интереса или низкий интерес к выполняемым заданиям, необходимость в стимуляции для продолжения выполнения (наблюдение за поведением в процессе обследования).
Функциональное состояние	
Работоспособность	Неспособность к стабильной, продолжительной работе в задаваемом извне режиме (наблюдение за поведением в процессе обследования).
Утомляемость	Зевота, жалобы на усталость, появление и усиление неусидчивости, эмоциональных нарушений, снижение эффективности деятельности к концу исследования (наблюдение за поведением в процессе обследования).
Неусидчивость	Трудности сохранения стабильной позы в течение обследования, повышенная двигательная активность (наблюдение за поведением в процессе обследования).
Темп деятельности	Медлительность (копирование сложной фигуры Тэйлора правой рукой, выполнение графической пробы правой рукой).
Микро- и макрография	Стойкое уменьшение или увеличение элементов от начала к концу строки (выполнение графической пробы правой рукой).

пользовались непараметрические критерии: критерий Манна – Уитни (U) для независимых выборок при сравнении интегральных показателей, характеризующих состояние регуляторных и информационных компонентов деятельности, и критерий χ^2 – при сравнении отдельных параметров нейропсихологического тестирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дети 7–10 лет с локальными отклонениями ЭА правого полушария значимо чаще демонстрировали трудности адаптации к обучению в школе, чем дети контрольной группы ($\chi^2 = 19.182, p < 0.001$). Дети основной группы чаще (на уровне тенденции), чем дети контрольной группы (40% и 9.5% соответственно), испытывали трудности при обучении математике ($\chi^2 = 3.072, p = 0.080$). По показателям успешности обучения русскому языку различия между группами выявлены не были. Результаты оценки особенностей поведения по анкете показали, что у детей с локальными изменениями ЭА правого полушария существенно чаще, чем у детей контрольной группы (100% и 9.5%), отмечались проявления дефицита внимания ($\chi^2 = 26.358, p < 0.001$) и гиперактивности/импульсивности ($\chi^2 = 10.255, p < 0.005$).

Согласно результатам анализа данных нейропсихологического обследования дети с локальными изменениями ЭА правого полушария существенно отличались от детей контрольной группы по состоянию информационных и регуляторных компонентов познавательной деятельности.

Дети основной группы демонстрировали выраженные трудности зрительного восприятия и зрительной памяти. По сравнению с детьми контрольной группы у них отмечалась тенденция к снижению продуктивности узнавания предметных изображений ($U = 107.000, p = 0.095$), трудности целостного восприятия ($U = 93.000, p < 0.05$) и трудности восприятия метрических отношений ($U = 104.500, p < 0.05$), причем труднее детям основной группы давалось соблюдение угловых пропорций при копировании ($\chi^2 = 8.125, p < 0.005$). На рис. 2 представлен вариант копирования сложной фигуры Тэйлора девочкой из основной группы. На рисунке отчетливо видны как трудности копирования целостной структуры зрительного образца, так и ошибки воспроизведения правильных угловых пропорций. Показатели эффективности непосредственного запоминания зрительно-пространственного материала были ниже у

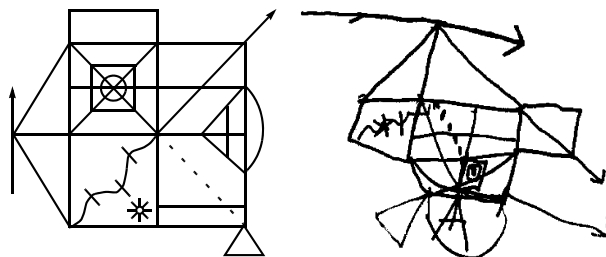


Рис. 2. Фигура Тэйлора: образец и копия, сделанная испытуемой 9 лет с выраженными изменениями ЭА в центральной и задневисочной областях правого полушария.

Fig. 2. Taylor Complex Figure: model and data for 9-years-old girl with pronounced EEG deviation in the right central and temporal posterior areas

детей основной группы ($U = 89.500, p < 0.05$), после первого предъявления они воспроизводили меньше фигур, чем дети контрольной группы ($\chi^2 = 3.138, p = 0.076$). Кроме того, воспроизведенные фигуры часто отличались от образца по наличию/отсутствию элементов ($\chi^2 = 6.050, p < 0.05$). Отсроченно, после гетерогенной интерференции, испытуемые основной группы забывали большее количество фигур, чем дети контрольной группы ($\chi^2 = 6.363, p < 0.05$).

Снижение возможностей запоминания у детей с локальными изменениями ЭА правого полушария проявлялось и при слуховом предъявлении речевого материала ($\chi^2 = 7.362, p < 0.01$): при пересказе они чаще забывали существенные детали повествования, и лучшему припоминанию не помогали наводящие вопросы.

Характерными для детей с локальными отклонениями ЭА правого полушария оказались трудности восприятия соматосенсорной информации ($U = 100.500, p = 0.050$): дети этой группы хуже воспроизводили позы пальцев по кинестетическому образцу (без контроля зрения) и хуже узнавали геометрические фигуры, начерченные на тыльной стороне кисти, если стимулы предъявлялись на левую, но не на правую руку.

Дети основной группы демонстрировали трудности распознавания эмоционального состояния и мотивов поведения других. Они чаще предлагали не соответствующие действительности трактовки при ответе на вопрос, почему персонажи сюжета вели себя тем или иным образом. Отличия от контрольной группы были значимыми ($U = 78.500, p < 0.01$).

Сопоставление нейропсихологических показателей состояния регуляторных компонентов деятельности в основной и контрольной группах позволило обнаружить у детей основной группы трудности как произвольной, так и эмоциональной регуляции. Так, дети с локальными отклонениями ЭА правого полушария испытывали трудности при создании собственной стратегии деятельности ($U = 80.000$, $p < 0.05$) и при необходимости длительного удержания усвоенной программы ($U = 101.500$, $p = 0.065$). Нарушения эмоциональной регуляции ($U = 99.500$, $p < 0.05$) у детей основной группы проявлялись как виде преобладания негативных эмоциональных состояний, таких как тревожность, раздражительность, капризность, плаксивость, так и в виде противоположных по знаку эмоций: смешливость, дурашливость. В отдельных случаях во время обследования ребенок мог быть мало эмоционален, в то время как родители отмечали его склонность к ярким эмоциональным реакциям (взрывам хохота, истерикам). Многие дети основной группы демонстрировали низкую мотивацию к обследованию ($\chi^2 = 5.640$, $p < 0.05$).

Ниже представлены особенности эмоционально-мотивационных аспектов поведения у одного из детей основной группы.

Исп. Л., 8 лет. На ЭЭГ отмечаются локальные изменения ЭА в центрально-теменной области правого полушария. В ситуации обследования мальчик без затруднений вступает в контакт с психологом. Очень рассудителен, подробно рассказывает о себе, сопровождая этот рассказ анализом своего поведения и возможных его причин. При этом мальчик периодически отказывается прямо отвечать на поставленный вопрос (“Я знаю, но не могу Вам это сказать”), особенно, если думает, что его могут осудить. Мотивация к обследованию не до конца формируется, довольно быстро мальчик начинает сообщать, что ждет, когда занятие закончится, большого интереса к заданиям не проявляет. Отмечается высокая тревожность, ожидание оценки, ориентированность на оценку, приписывание другому мотивов и мыслей, как правило, негативного содержания. Периодически мальчик высказывает свое отношение к тому или иному виду заданий (“Я ненавижу это делать! Я не могу!”, “Это сложно! Это я не люблю!”), негативно оценивает результат своей деятельности (“У меня плохо, неправильно получается!”), даже если нет никаких оснований для подобной оценки. Иногда возникают неадекватные реакции на ситуацию. Так, на фоне

вполне благополучного выполнения заданий, вполне благодушного настроения, вдруг, в ответ на просьбу составить рассказ по картинке, вскрикнул “Вам не жалко мои нервы! Я не могу это рассказать!” — и расплакался. В дальнейшем наотрез отказался рассказывать по картинкам и даже придумывать им названия, но другие задания выполнял без сопротивления.

Характерной особенностью детей с локальными отклонениями ЭА правого полушария были изменения общего уровня активности (функционального состояния). По сравнению с детьми контрольной группы многие из них демонстрировали сниженную работоспособность ($\chi^2 = 11.880$, $p < 0.005$), не могли работать в предлагаемом ритме, нуждались в постоянной стимуляции для продолжения выполнения. Также для них было свойственно быстрое наступление утомления ($\chi^2 = 8.187$, $p < 0.005$), на фоне которого проявлялись или усугублялись эмоциональные нарушения, снижалась эффективность деятельности.

Исп. Ш., 9 лет. На ЭЭГ выявлены локальные изменения ЭА в теменно-височной области правого полушария. Отмечается выраженная утомляемость: первые признаки утомления наступают через 10 мин после начала работы и сначала проявляются в виде зевоты. К концу обследования на фоне истощения резко снижается продуктивность деятельности, появляется двигательная расторможенность, возникают ошибки понимания обращенной речи, ее логико-грамматических конструкций, усиливаются смазанность речи и аграмматизмы. На фоне утомления становится недоступным выполнение интеллектуальных проб. Со слов бабушки, у мальчика отмечаются частые головные боли во второй половине дня после школы, изменений температурного режима и после физической нагрузки. В момент головной боли ребенок перестает ориентироваться в окружающем и часто потом не может вспомнить, что с ним происходило; быстро засыпает и может проспать 12 ч подряд.

Дети с локальными изменениями ЭА правого полушария демонстрировали повышенную двигательную активность и неусидчивость ($\chi^2 = 4.740$, $p < 0.05$): ерзали на стуле, пытались встать со своего места, ходить по кабинету, жаловались на то, что им трудно сидеть, не двигаясь, пытались положить голову на стол. Часто эти особенности проявлялись или усиливались на фоне утомления.

Поскольку основная и контрольная группы значительно различались по половому составу — в

Таблица 3. Результаты статистического анализа гендерных различий при выполнении нейропсихологических проб детьми контрольной группы**Table 3.** Statistical evaluation of gender differences during neuropsychological tests performance in the control group

Показатели познавательной деятельности и поведения	Значение статистического критерия	Уровень значимости (<i>p</i>)
Успешность обучения математике	$\chi^2 = 1.938$	0.164
Проявления дефицита внимания	$\chi^2 = 0.215$	0.643
Проявления гиперактивности/импульсивности	$\chi^2 = 1.948$	0.163
Продуктивность узнавания предметных изображений	$U = 120.000$	0.971
Целостность зрительного восприятия	$U = 96.500$	0.317
Восприятие метрических отношений	$U = 120.500$	0.945
Трудности воспроизведения угловых пропорций	Случаев трудностей выполнения тестов не выявлено	
Эффективность запоминания зрительно-пространственного материала	$U = 108.000$	0.344
Объем первого воспроизведения зрительно-пространственного материала	$\chi^2 = 1.485$	0.223
Точность первого воспроизведения зрительно-пространственного материала	$\chi^2 = 1.559$	0.459
Объем отсроченного воспроизведения зрительно-пространственного материала	$\chi^2 = 0.509$	0.476
Опосредованное (смысловое) запоминание слухоречевого материала	Случаев трудностей выполнения тестов не выявлено	
Соматосенсорная чувствительность в левой руке	$U = 99.500$	0.408
Распознавание эмоционального состояния	$U = 90.000$	0.125
Создание стратегии деятельности	$U = 112.000$	0.500
Устойчивое поддержание усвоенной программы	$U = 121.000$	1.000
Особенности эмоциональной регуляции	$U = 110.500$	0.378
Мотивация к обследованию	Отклонений не выявлено	
Работоспособность	Случаев сниженной работоспособности не выявлено	
Утомляемость	$\chi^2 = 0.011$	0.916
Неусидчивость	$\chi^2 = 2.432$	0.119

основной группе мальчиков было больше, чем в контрольной ($\chi^2 = 4.037$, $p < 0.05$), — для того чтобы проанализировать возможное влияние фактора “пол” на состояние регуляторных и информационных компонентов деятельности, мы провели дополнительное сравнение между мальчиками ($N = 10$) и девочками ($N = 11$) контрольной группы. Ни по одному из рассматриваемых в работе параметров нейропсихологического обследования значимые различия получены не были (см. табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты исследования показали, что дети младшего школьного возраста с локальными изменениями ЭА правого полушария испыты-

вают трудности адаптации к школьному обучению, что в большей степени связано с возможностями регуляции поведения, чем с возможностями усвоения учебного материала. Вместе с тем следует отметить, что у части детей основной группы были отмечены трудности обучения математике, что согласуется с данными работы [23] о наличии структурных изменений правого полушария у пациентов с признаками дискалькулии.

Все дети основной группы имели признаки дефицита внимания, и многие демонстрировали проявления гиперактивности/импульсивности в поведении. Эти наблюдения согласуются с представлениями о том, что в основе подобных отклонений поведения могут лежать морфофункциональные изменения структур правого

полушария. Представления о “правополушарной” природе дефицита внимания возникли в том числе в связи с анатомическими особенностями правого полушария у детей с синдромом СДВГ (синдром дефицита внимания с гиперактивностью): меньшим по сравнению с детьми контрольной группы объемом правой лобной области [25] и отсутствием правополушарной асимметрии в величине лобных долей [6]. В этой связи интересно отметить, что у большинства детей основной группы, отобранных по признаку наличия отклонений ЭА в правом полушарии, эти отклонения преобладали в лобной области (табл. 1).

В ходе нашего исследования у детей основной группы были выявлены отклонения в состоянии различных компонентов когнитивной деятельности, как информационных, так и регуляторных.

Дети с отклонениями ЭА правого полушария демонстрировали дефицит зрительного восприятия и зрительной памяти. При узнавании предметных изображений у них по сравнению с детьми контрольной группы выявлялось снижение эффективности узнавания, а при воспроизведении фигур по памяти — искажения формы образца. Также в разных заданиях для них были характерны нарушения целостности и трудности соблюдения метрических отношений. Они хуже запоминали зрительно-пространственные изображения и быстрее забывали запомненное. Полученные результаты согласуются с данными о преимуществе правого полушария в зрительном опознании у взрослых [14]. Помимо снижения возможностей запоминания зрительной информации дети основной группы демонстрировали трудности опосредованного запоминания и воспроизведения по памяти воспринятого на слух речевого материала (пересказ). Отчасти трудности пересказа могут быть объяснены снижением скорости кодирования слуховой информации, как это показано при исследовании пациентов с поражением правого полушария [27].

Отклонения в состоянии информационных компонентов деятельности проявлялись у детей основной группы не только в различных ошибках зрительного восприятия, зрительной памяти и трудностях удержания в памяти воспринятого на слух рассказа, но также в трудностях воспроизведения позы пальцев по кинестетическому образцу и нарушениях тактильного восприятия (дермолексии) в левой руке. Сходные данные были получены при сравнительном нейropsychологическом исследовании детей с

ранними локальными поражениями правого и левого полушарий [15].

Выявленные у детей основной группы затруднения при распознавании эмоционального состояния и мотивов поведения других людей, возможно, обусловлены нарушением процессов восприятия информации, важной для социального взаимодействия. На такую возможность указывают данные [16, 30] о дефиците различения лицевой и двигательной экспрессии у пациентов с повреждениями правого полушария.

У детей с отклонениями функционального состояния структур правого полушария наряду с рассмотренными выше парциальными когнитивными дефицитами были выявлены нарушения различных аспектов регуляции, затрагивающие произвольные формы деятельности, аффективную сферу и уровень бодрствования в целом. Дефицит произвольной регуляции деятельности у этих детей может быть обусловлен изменением функционального состояния передних отделов правого полушария (выявленным у 60% детей основной группы), которые обеспечивают поддержание внимания и управляющий контроль [21, 22]. В исследовании [24] отмечается влияние поражений правого полушария на состояние управляющих функций и, в частности, на возможности решения задач в ситуации неопределенности (problem solving). Наши данные о трудностях эмоциональной регуляции у детей с отклонениями ЭА правого полушария согласуются с известными из литературы фактами о том, что при поражениях правого полушария изменения эмоционального состояния, в том числе реагирование по типу тревожности или ажитации, встречаются значительно чаще, чем при поражениях левого [7, 17]. В работе [1] описаны отклонения познавательных процессов и поведения у девочки 8 лет с пароксизмальными изменениями ЭА правой затылочно-теменно-височной области. Эти отклонения касались тех же аспектов регуляции деятельности и обработки информации, слабость которых была обнаружена у детей основной группы в нашем исследовании, и проявлялись в виде нарушения счетных операций, нарушения внимания, эмоциональных нарушений, снижения зрительной памяти, зрительно-пространственного дефицита.

Для детей основной группы также оказались характерными признаки снижения общего уровня активации: низкая работоспособность и быстро наступающее утомление. На фоне утомления у них появлялась повышенная двигатель-

ная активность, неусидчивость. В литературе имеются косвенные свидетельства возможной связи изменений функционального состояния правого полушария с подобными проявлениями. Так, в работах [18, 29] сообщается о большей активности в правом полушарии, чем в левом норадренергических соединений, оказывающих активирующее влияние на кору головного мозга и, по мнению авторов, участвующих в процессах зрительного внимания и интеграции перцептивной информации. На основании этих данных можно предположить, что изменения функционального состояния правого полушария наряду с дефицитом обработки невербальной информации сопровождаются снижением общего уровня активации. В исследовании [8] также была выявлена связь между наличием отклонений ЭА правого полушария (выраженностью медленноволновой активности) и проявлениями усталости у пациентов после перенесенного полиомиелита.

Таким образом, результаты настоящей работы свидетельствуют о том, что структуры правого полушария у детей 7–10 лет специфическим образом участвуют в обеспечении как регуляторных, так и информационных аспектов познавательной деятельности. Они играют значительную роль в обеспечении общего уровня активации, эмоциональной регуляции и некоторых компонентов управляющих функций, таких как устойчивое удержание усвоенной программы и выработка стратегии деятельности, что в свою очередь может быть связано с ролью правого полушария в обеспечении произвольного удержания внимания (*sustained attention*) и рабочей памяти. Что касается информационных компонентов деятельности, то полученные нами данные говорят об участии структур правого полушария в первую очередь в обработке и интеграции невербальной информации, в том числе в обеспечении целостного восприятия. Данные настоящего исследования не позволяют судить, в какой мере обнаруженные когнитивные дефициты связаны с внутриполушарной локализацией отклонений функционального состояния. Этот вопрос может быть предметом будущих междисциплинарных исследований.

ВЫВОДЫ

1. У детей 7–10 лет с локальными изменениями электрической активности правого полушария головного мозга выявлены особенности регуляции деятельности в виде трудностей вы-

работки стратегии действий и устойчивого удержания усвоенной программы, повышенной утомляемости и изменений эмоционального реагирования в виде тревожности или дурашливости.

2. Показано, что у детей основной группы значимо чаще наблюдаются трудности обработки невербальной информации в виде нарушения целостности зрительного восприятия, нарушения соматосенсорного гнозиса, снижения продуктивности узнавания предметных изображений, снижения возможностей запоминания зрительной информации.

3. Показано, что дети с локальными изменениями электрической активности правого полушария испытывают трудности учебной адаптации, связанные со специфическими нарушениями усвоения учебных навыков (счетных операций), дефицитом внимания и отклонениями в поведении в виде гиперактивности и импульсивности.

Работа выполнена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда (грант № 10-06-00693а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зенков Л.Р.* Эпилептический синдром нарушения развития правого полушария. *Неврол. журн.* 2007. 12(1): 29–33.
2. *Симерницкая Э.Г.* Мозг человека и психические процессы в онтогенезе. М.: Изд-во МГУ, 1985. 190 с.
3. *Сугрובה Г.А., Семенова О.А., Мачинская Р.И.* Особенности регуляторных и информационных компонентов познавательной деятельности у детей 7–8 лет с признаками СДВГ. *Экология человека.* 2010. 11: 19–28.
4. *Фарбер Д.А., Мачинская Р.И.* Функциональная организация мозга в онтогенезе и ее отражение в электроэнцефалограмме покоя. Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка. Под ред. Фарбер Д.А., Безруких М.М. Воронеж: Изд-во НПО МОДЕК, 2009. 76–115.
5. *Фишман М.Н., Мачинская Р.И., Лукашевич И.П.* Особенности формирования электрической активности мозга у умственно отсталых детей. *Физиология человека.* 1996. 22(4): 26–32.
6. *Aman J.C., Roberts R.J., Pennington B.F.* A neuropsychological examination of the underlying deficit in attention deficit hyperactivity disorder: frontal lobe versus right parietal lobe theories. *Dev. Psychol.* 1998. 34(5): 956–969.
7. *Braun C.M., Daigneault R., Gaudalet S., Guimond A.* Diagnostic and statistical manual of mental disorders, fourth edition symptoms of mania: which one(s) result(s) more often from right than left hemi-

- sphere lesions? *Compr. Psychiatry*. 2008. 49(5): 441–459.
8. Bruno R.L., Creange S.J., Zimmerman J.R., Fick N.M. Elevated plasma prolactin and EEG slow power in post-polio fatigue: implications for a dopamin deficiency underlying chronic fatigue syndrom. *J. Chron. Fatigue Syndr.* 1998. 4: 61–76.
 9. Caplan L.R., Bogousslavsky J. Abnormalities of the right cerebral hemisphere. *Stroke Syndromes*. Eds Bogousslavsky J., Caplan L.R. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 1995: 162–168.
 10. DuPaul G.J. ADHD Rating Scale-IV: Checklists, Norms, and Clinical Interpretation. N.Y.: Guilford Press. 1998. 80 p.
 11. Fassbender C., Simoes-Franklin C., Murphy K., Hester R., Meaney J., Robertson I.H., Garavan H. The role of a right fronto-parietal network in cognitive control: Common activations for “cues-to-attend” and response inhibition. *J. Psychophysiol.* 2006. 20(4): 286–296.
 12. Gross-Tsur V., Manor O., Shalev R.S. Developmental dyscalculia, gender, and the brain. *Arch. Dis. Childhood.* 1993. 68: 510–512.
 13. Hughes J.R. EEG in Clinical Practice. Second edition. Boston: Butterworth-Heinemann. 1994. 242 p.
 14. Koivisto M., Revonsuo A. Interhemispheric categorization of pictures and words. *Brain Cogn.* 2003. 52(2): 181–191.
 15. Kolk A., Talvik T. Cerebral lateralisation and cognitive deficits after congenital hemiparesis. *Pediatr. Neurol.* 2002. 27(5): 356–362.
 16. Manoach D.S., Sandson T.A., Weintraub S. The Developmental social-emotional processing disorder is associated with right hemisphere abnormalities. *Neuropsychiatr., Neuropsychol., Behav. Neurol.* 1995. 8(2): 99–105.
 17. Mathiak K.A., Łuba M., Mathiak K., Karzel K., Wolańczyk T. Quality of life in childhood epilepsy with lateralized epileptogenic foci. *Neurology.* 2010. 10: 69–75.
 18. Morrison J.H., Foot S.L. Noradrenergic and serotonergic innervation of cortical, thalamic and tectal visual structures in old and new world monkeys. *J. Comp. Neurol.* 1986. 243: 117–128.
 19. Nass R., DeCoudres-Pegerson H., Koch D. Differential effects of congenital left and right brain injury on intelligence. *Brain and Cogn.* 1989. 9(2): 258–266.
 20. Perry R.J., Rosen H.R., Kramer J.H., Beer J.S., Levenson R.L., Miller B.L. Hemispheric dominance for emotions, empathy and social behavior: evidence from right and left handers with frontotemporal dementia. *Neurocase.* 2001. 7: 145–160.
 21. Posner M.I., Petersen S.E. The attention system of the human brain. *Annu. Rev. Neurosci.* 1990. 13: 25–42.
 22. Posner M.I., Rothbart M.K. Attention, self-regulation and consciousness. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 1998. 353: 1915–1927.
 23. Rykhlevskaia E., Uddin L.Q., Kondos L., Menon V. Neuroanatomical correlates of developmental dyscalculia: combined evidence from morphometry and tractography. *Front. Hum. Neurosci.* 2009. 3 (article 51): 1–13.
 24. Semrud-Clikeman M., Hynd G.V. Right hemispheric dysfunction in nonverbal learning disabilities: social, academic, and adaptive functioning in adults and children. *Psychol. Bull.* 1990. 107(2): 196–209.
 25. Swanson J.M., Casey B.J., Nigg J.T., Castellanos F.X., Volkow N.D., Taylor E. Clinical and cognitive definitions of attention deficits in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Cognitive Neuroscience of Attention*. Ed. Posner M.I. N.Y.: Guilford Press. 2004: 430–446.
 26. Taylor K.I., Regard M. Language in the right cerebral hemisphere: contributions from reading studies. *News Physiol Sci.* 2003. 18: 257–261.
 27. Titone D., Wingfield A., Caplan D., Waters G., Prentise K. Memory and encoding of spoken discourse following right hemisphere damage: evidence from the auditory moving window (AMW) technique. *Brain Lang.* 2001. 77: 10–24.
 28. Trauner D.A. Right hemisphere brain damage in children. *Perspectives on Neurophysiology and neurogenic. Speech and Lang. Disorders.* 2008. 18: 73–81.
 29. Tucker D.M., Williamson P.A. Asymmetric neural control systems in human self-regulation. *Psychol. Rev.* 1984. 91: 185–215.
 30. Zaidel E., Kasher A., Soroker N., Batori G. Effects of right and left hemisphere damage on performance of the “Right Hemisphere Communication Battery”. *Brain Lang.* 2002. 80: 510–535.