

УДК 612.821

МОЗГОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРОИЗВОЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКА ПИСЬМА У ДЕТЕЙ 7–8 ЛЕТ

© 2001 г. О. В. Семенова*, Р. И. Мачинская*, Т. В. Ахутина**, Е. В. Крупская*

*Институт возрастной физиологии РАО, Москва

**Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Поступила в редакцию 06.12.2000 г.

У детей младшего школьного возраста с целью исследования формирования мозговых механизмов произвольной регуляции деятельности и их роли в усвоении навыка письма проведено комплексное электроэнцефалографическое и нейропсихологическое обследование. У детей с трудностями обучения и дефицитом произвольной регуляции деятельности (ПРД) на ЭЭГ обнаружены признаки функциональной незрелости фронто-таламической регуляторной системы (ФТС). Сравнительный нейропсихологический анализ выявил у этих детей специфические нарушения ПРД в виде выраженной импульсивности, неустойчивости программы, трудностей переключения с программы на программу и трудностей самоконтроля. На основании полученных данных сделан вывод, что одним из механизмов развития ПРД является функциональное созревание ФТС. Показано, что дефицитность ПРД сочетается у детей с незрелостью ФТС с отставанием в развитии смыслообразующей и опосредующей функции речи. Обнаружено, что особенностями развития высших психологических функций у детей 7–8 лет с незрелостью ФТС специфическим образом влияют как на содержательную, так и на графическую стороны процесса усвоения навыка письма.

Проблема связи трудностей обучения с нарушением формирования различных компонентов психической деятельности широко обсуждается в литературе. Многие авторы видят причину в недостаточности высших психических функций (ВПФ), в основе которой лежат, в частности, резидуально-органические повреждения ЦНС [1–3] или функциональная незрелость головного мозга [4, 5].

Любая ВПФ реализуется посредством сложной морфофункциональной мозговой системы. Если во взрослом состоянии эта система может быть достаточно устойчивой, то в процессе развития она претерпевает значительные изменения. Л.С. Выготским и А.Р. Лурия [6] был сформулирован принцип динамической локализации функций, согласно которому на разных этапах онтогенеза одна и та же ВПФ может реализовываться различными конstellациями мозговых аппаратов. Современные нейрофизиологические исследования подтверждают правильность этой концепции [7]. Тот же принцип с полным правом может быть отнесен к развитию навыков, освоение которых становится возможным для индивида благодаря взаимодействию различных психических функций, чей состав также может меняться в процессе выработки навыка [8].

В зависимости от того, в каком возрасте человек сталкивается с необходимостью осуществления того или иного навыка, мозговые системы могут находиться в различном состоянии готов-

ности к его выработке и реализации. Возраст освоения навыка письма, как правило, совпадает с возрастом начала школьного обучения, который согласно данным онтогенетических исследований характеризуется значительным индивидуальным разбросом в степени созревания всех физиологических систем и, в особенности, ЦНС [9]. Рассогласование между социальными требованиями и индивидуальной степенью зрелости соответствующих мозговых механизмов может привести к возникновению трудностей в формировании этого навыка. В связи с этим, сведения о том, как происходит освоение письма в условиях того или иного функционального дефицита, могут представлять интерес как для решения фундаментальных проблем мозгового обеспечения когнитивной деятельности, так и для выработки адекватных методов обучения и коррекции.

При анализе влияния уровня созревания ВПФ на развитие навыка письма нам представлялось целесообразным исследовать, прежде всего, роль сформированности блока программирования и контроля деятельности. Наше предположение о ведущей роли произвольной регуляции деятельности (ПРД) в овладении письмом основано на концепции Н.А. Бернштейна [8], согласно которой формирование навыка письма происходит “сверху вниз” и требует участия высших отделов регуляции двигательной функции, в том числе лобных.

МЕТОДИКА

Нейрофизиологические исследования, посвященные проблемам мозгового обеспечения произвольных компонентов когнитивной деятельности, свидетельствуют о том, что программирование и контроль осуществляются при взаимодействии лобных отделов коры с глубинными регуляторными структурами, в том числе таламусом [10]. В процессе развития коркового нейронного аппарата и корково-подкорковых связей роль лобной коры в ПРД усиливается. Однако, в возрасте 7–8 лет значительная “нагрузка” еще может ложиться на глубинные структуры, так как передне-ассоциативные области коры и их связи с нижележащими отделами развиваются вплоть до 16–20 лет [11].

Таким образом, фронто-таламическая регуляторная система (ФТС), по-видимому, является наиболее вероятным мозговым субстратом, обеспечивающим ПРД у детей 7–8 лет. В специальном исследовании, посвященном дифференцированному влиянию созревания коры и регуляторных структур на формирование школьно-значимых когнитивных функций у детей 7–8 лет [12], было показано, что несоответствие возрасту степени функциональной зрелости ФТС приводит к возникновению риска школьных трудностей, преимущественно связанных с несформированностью механизмов организации и регуляции деятельности.

В настоящей работе при изучении формирования мозговых механизмов ПРД и влияния этого процесса на усвоение навыка письма мы использовали комплексный подход, включающий как нейропсихологический анализ ВПФ, так и нейрофизиологический анализ функциональной зрелости мозга.

В исследовании приняли участие 20 детей (11 мальчиков и 9 девочек) 7–8 лет, обучающихся по программе первого класса общеобразовательной школы (школа № 34 г. Москвы). Большинство (14 человек) имели трудности обучения, в том числе трудности освоения навыка письма. Все дети прошли полное нейропсихологическое обследование, методика которого была разработана Т.В. Ахутиной и сотр. на основе принципов, предложенных А.Р. Лурия [13]. Анализ состояния произвольной регуляции деятельности проводился по разработанной нами схеме: были выделены 8 параметров, степень выраженности которых оценивали по 3-балльной шкале (1 – отсутствие, 2 – умеренная выраженность, 3 – сильная выраженность). К этим параметрам были отнесены: I. импульсивность, II. инертность элемента программы, III. трудности переключения с одной программы на другую, IV. трудности выполнения сложных программ, V. трудности создания стратегии деятельности, VI. снижение произвольной активности, VII. неустойчивость программы, VIII. трудности самоконтроля.

Был определен ряд проб нейропсихологического обследования, сенситивных в отношении того или иного параметра. В каждой из этих проб оценивалась степень его выраженности, после чего вычислялось среднее значение, которое и фиксировалось как коэффициент выраженности параметра для данного ребенка. Полученные таким образом коэффициенты по каждому параметру далее также усреднялись для получения суммарного коэффициента несформированности функций ПРД (*K*). Примеры оценки импульсивности в различных пробах и расчета выраженности этого параметра представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Количественная оценка импульсивности

Баллы	Пробы				
	конфликтная проба	слежение за объектом	тактильное узнавание фигур	воспроизведение ритмов по образцу	составление рассказа по серии картинок
1	Отсутствие эхо-реакций	Отсутствие опережения при слежении	Отсутствие опережающих ответов	Отсутствие опережения	Ответ после ориентировки
2	1–2 эхо-ответа	Единичные опережающие реакции	1 опережающий ответ	1 опережающий ответ	Ответ по ходу ориентировки
3	Больше 2 эхо-реакций	Стойкое опережение	Более 1 опережающего ответа	Более 1 опережающего ответа	Ответ, опережающий ориентировку

Таблица 2. Расчет выраженности импульсивных реакций у испытуемого Ф., 8 лет

Конфликтная проба	Слежение за объектом	Тактильное узнавание фигур	Воспроизведение ритмов по образцу	Составление рассказа по серии картинок	Среднее значение
2	1	2	2	1	1.6

Поскольку процесс формирования произвольной регуляции деятельности тесно связан с развитием опосредующей функции речи, при анализе результатов нейропсихологического обследования специальное внимание обращалось на выполнение детьми заданий, требующих участия речевой регуляции, таких как пересказ рассказа и слухоречевое запоминание.

Анализ письма включал исследование геометрических характеристик почерка и ошибок, допущенных при выполнении записи под диктовку в классе и индивидуально в рамках нейропсихологического обследования. В первом случае предложение диктовалось частями по 1–2 слова несколько раз, во втором – однократно целиком.

Для исследования геометрических характеристик почерка нами были проанализированы письменные задания, выполненные детьми на чистом, нелинованном листе бумаги. При анализе заданий выделялись 4 признака геометрической выдержанности письма: ровность линий строк; равномерность нажима; единство наклона и постоянство размеров букв.

Каждый признак оценивался по 3-балльной шкале: 1 – отсутствие отклонений, 2 – умеренные отклонения, 3 – выраженные отклонения. Например, для признака “равномерность нажима” эквивалентами этих оценок были: 1 – нажим равномерный; 2 – нажим в целом равномерный, но имеются нерегулярные отклонения в сторону увеличения или уменьшения в пределах предложения; 3 – нажим неравномерный, частые колебания в пределах слова или одной буквы.

Функциональное состояние мозга оценивалось с помощью структурного анализа нативной ЭЭГ [14, 15]. В ходе описания, однородные по функциональному значению признаки объединялись в структурные единицы – блоки, характеризующие уровень развития электрической активности (ЭА) коры, общемозговые изменения ЭА, локальные отклонения ЭА и состояние глубинных регуляторных структур.

Для статистической оценки полученных результатов использовались непараметрический критерий Манна–Уитни и точный критерий Фишера для таблиц сопряженных признаков 2×2 . Оценка осуществлялась с помощью пакета стандартных программ “SPSS 10.5” для Windows 98.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам оценки сформированности функций ПРД обследованные дети распределились следующим образом: отсутствие нарушений ПРД ($1.0 \leq K < 1.3$) было выявлено у 7 человек; умеренные нарушения ($1.3 \leq K < 1.6$) – у 5 человек; выраженные нарушения ($K \geq 1.6$) – у 8 человек.

Сопоставление этих данных со сведениями об успешности обучения показало, что большинство хорошо обучающихся детей (5 человек из 6) не имели нарушений ПРД ($K < 1.3$). При этом все дети, чей коэффициент несформированности функций ПРД был равен или превышал значение 1.6 (максимально возможное 2.0), отличались низкой успеваемостью. Эти наблюдения согласуются с имеющимися в литературе данными о значении функций ПРД для успешного обучения [16].

Для всех детей с $K \geq 1.6$ были характерны высокие показатели по 7–8 анализируемым параметрам, что говорит о тотальном нарушении у них функций программирования и контроля деятельности. Это позволяет предположить у этих детей первичную заинтересованность мозговых образований, принимающих непосредственное участие в формировании функций ПРД в онтогенезе.

Выраженные нарушения функций “лобных систем” при сохранном интеллекте по данным Дж. Лазара и И. Франка [17] являются характерной особенностью детей с низкими показателями академической успеваемости по большинству школьных дисциплин.

Проведенный нами параллельно с нейропсихологическим нейрофизиологический анализ позволил выявить возможный мозговой субстрат подобных “лобных” дефицитов у детей 7–8 лет. Так, у 7 из 8 детей, имевших выраженные нарушения ПРД ($K \geq 1.6$), на ЭЭГ были обнаружены отклонения в виде групп билатерально-синхронных колебаний с частотой 4–6 Гц в лобных и центральных областях. Сходные изменения ЭЭГ были отмечены ранее у детей 7–8 лет с выраженными трудностями обучения (от 60 до 80% случаев в разных выборках) [12, 14, 15]. По данным Дж. Любара [18], спектральный анализ ЭЭГ также указывает на большую выраженность ритмов в диапазоне 4–6 Гц в передних областях мозга у детей с трудностями обучения по сравнению с успевающими детьми. Вспышки билатерально-синхронной медленноволновой активности в лобных и центральных отделах мозга, согласно результатам исследований Р.И. Мачинской и соавт. [15], могут свидетельствовать о функциональной незрелости фронто-таламической регуляторной системы. Этот вывод основывался на данных клинических и онтогенетических исследований. С одной стороны, подобные ЭЭГ-феномены наблюдались у взрослых при дисфункции дорсомедиального и части вентролатеральных ядер таламуса [19, 20], которые имеют обширные связи с лобными отделами коры и являются частью фронто-таламической ассоциативной системы [21]. С другой стороны, у детей до 6 лет билатерально-синхронные колебания θ -диапазона на ЭЭГ лобных и центральных областей являются распространенным

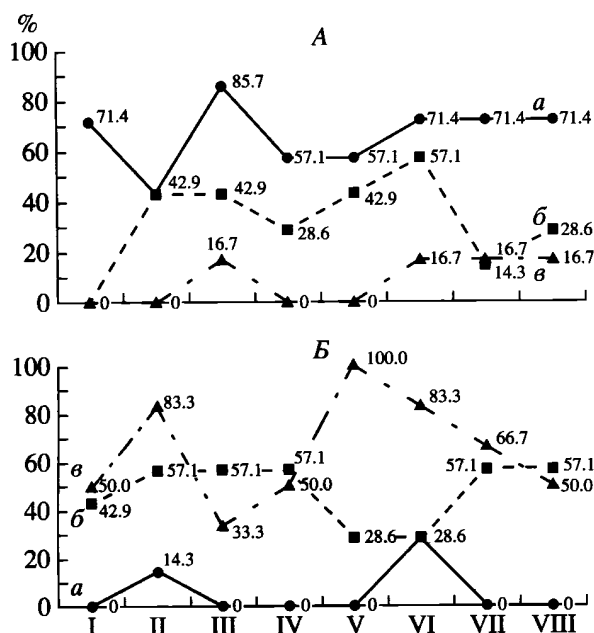


Рис. 1. Распределение степени выраженности отдельных параметров нарушения ПРД в группах детей с трудностями обучения и ЭЭГ-признаками незрелости ФТС (а), с трудностями обучения без признаков незрелости ФТС (б) и без трудностей обучения и соответствием возрасту уровня развития регуляторных систем мозга (в).

А – сильная выраженность параметров, Б – слабая выраженность параметров.

По оси ординат – встречаемость сильной или слабой выраженности параметра в группе, в %.

По оси абсцисс – параметры нарушения ПРД: I – импульсивность; II – инертность элемента программы; III – трудности переключения с программы на программу; IV – трудности выполнения сложных программ; V – трудности создания стратегии деятельности; VI – снижение произвольной активности; VII – неустойчивость программы; VIII – трудности самоконтроля.

явлением [15, 22], но уже в 7–8 лет у успевающих детей отсутствуют [14, 15].

Таким образом, у детей, с выявленной при нейропсихологическом анализе выраженной несформированностью ПРД, нейрофизиологический анализ позволил обнаружить функциональную незрелость фронто-таламической регуляторной системы. Следовательно, полученные результаты свидетельствуют в пользу выдвинутого нами предположения о роли ФТС в мозговом обеспечении функции программирования и контроля деятельности у детей 7–8 лет.

Для проверки этого предположения и выявления специфики влияния незрелости ФТС на формирование ПРД и навыка письма было проведено сопоставление данных обследования в трех группах детей: в группу 1 вошли дети с трудностями обучения и ЭЭГ-признаками функциональной незрелости ФТС (7 человек), в группу 2 – дети с

трудностями обучения без признаков незрелости ФТС (7 человек) и отсутствием однородных изменений ЭА мозга, в группу 3 – успевающие дети, чей уровень развития регуляторных структур соответствовал возрастной норме (6 человек). Необходимо отметить, что дети, вошедшие в группу 2, в целом характеризовались менее выраженными и менее диффузными трудностями обучения. Если в группе 1 академическая успеваемость в среднем составляла 2–3 балла, то в группе 2 – 3–4 балла.

Сравнительный анализ данных о состоянии функций ПРД по каждому из 8 параметров в выделенных группах детей показал неравнозначную зависимость различных аспектов ПРД от степени функциональной зрелости ФТС. На рис. 1 представлены схемы, характеризующие распределение случаев с сильной и слабой выраженностью исследованных параметров в трех группах детей. В связи с тем, что среднее значение выраженности каждого параметра зависело от количества нейропсихологических проб, в которых он выявлялся, а оно было различным для разных параметров, количественные пороги сильной и слабой выраженности определялись для каждого параметра отдельно по характеру распределения соответствующих значений в выборке в целом (все обследованные дети без деления на группы). Из схем, приведенных на рис. 1, видно, что значительная выраженность некоторых параметров характерна для детей обеих групп, имеющих трудности при обучении. К этим параметрам относятся такие, как “трудности создания стратегии деятельности” (V) и “снижение произвольной активности” (VI).

Специфичными для детей с функциональной незрелостью ФТС являются “импульсивность” (I), “неустойчивость программы” (VII) и “трудности самоконтроля” (VIII). Несколько меньшая, но все же выраженная зависимость отмечалась по таким параметрам как “трудности переключения на другую программу” (III) и “трудности выполнения сложных программ” (IV). Сходные тенденции были обнаружены при статистическом анализе групповых различий самих значений исследуемых параметров ПРД с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни (табл. 3).

Результаты, представленные в табл. 3, свидетельствуют о том, что высокая степень достоверности различий наблюдается при сравнении детей с незрелостью ФТС (группа 1) и детей двух других групп, тогда как между детьми группы 2 и 3 достоверных различий ни по одному из параметров не выявлено. Наиболее значимые различия между группами 1 и 2 отмечены для параметров I и VII ($p < 0.005$ и $p < 0.01$ соответственно). Также достоверными оказались различия для параметров III и VIII ($p < 0.05$). Между группами 1 и 3 различия еще более выражены.

В основе выявленных у детей с функциональной незрелостью ФТС нарушений ПРД, по-видимому, лежит несформированность базовых нейрофизиологических механизмов, обеспечивающих избирательную модуляцию активности корковых областей в процессе когнитивной деятельности, селекцию адекватных задаче поведенческих реакций и подавление побочных импульсивных действий. Известно, что именно эти процессы являются одной из основных функций ФТС [23, 24]. В пользу предположения о дефицитности механизмов селекции у детей 7–8 лет с незрелостью ФТС свидетельствуют данные об отсутствии у таких детей избирательного вовлечения корковых областей в процесс подготовки к анализу значимого сигнала в ситуации произвольного селективного внимания [25].

Учитывая роль опосредующей функции речи в организации и регуляции произвольной деятельности человека [26] и, особенно, в подавлении импульсивных реакций [27], представлялось целесообразным сравнить уровень развития речевого опосредования у детей с незрелостью ФТС, демонстрировавших, как показано выше, выраженные нарушения ПРД, с аналогичными показателями ВПФ у детей двух других групп. Для этой цели был выбран анализ слухоречевой памяти. Известно, что в норме, начиная с 6–7-летнего возраста, происходит бурное развитие опосредованных форм запоминания по сравнению с непосредственным [28]. Смысловое опосредование улучшает возможности запоминания, позволяя за счет качественно нового способа увеличить объем запоминаемого материала.

При исследовании опосредованного запоминания мы использовали пробу на запоминание 5 слов и пересказ рассказа Л.Н. Толстого "Галка и голуби". Выполнение каждой пробы оценивалось по 3-балльной шкале. Для пробы "5 слов": в 1 балл оценивалось запоминание пяти слов после одного-двух предъявлений; 2 балла – после трех-четырех предъявлений; 3 балла – требуется более четырех предъявлений. Для пересказа оценки были следующими: 1 балл – полный пересказ; 2 балла – потеря некоторых деталей; 3 балла – потеря существенных смысловых частей. Нас интересовали случаи, в которых смысловое запоминание было хуже механического. В группе детей с незрелостью ФТС это явление наблюдалось у 5 из 7 человек. В группах детей с трудностями обучения и отсутствием признаков незрелости ФТС – значительно реже (в 2 случаях из 7). У детей с хорошей успеваемостью подобных случаев выявлено не было. В то же время, результаты механического запоминания в сравниваемых группах мало отличались между собой.

Отставание в развитии опосредующей функции речи сочеталось у детей с незрелостью ФТС

Таблица 3. Результаты статистического сравнения показателей нейропсихологического тестирования произвольной регуляции деятельности (непараметрический критерий Манна–Уитни)

Параметры нейропсихологического тестирования	Уровень достоверности различий (<i>p</i>)		
	группы 1 и 2	группы 1 и 3	группы 2 и 3
I	0.0024**	0.0037**	0.7046
II	0.1189	0.0058**	0.2219
III	0.0138*	0.0093**	0.3702
IV	0.0604	0.0025**	0.3868
V	0.0871	0.0134*	0.0756
VI	0.4367	0.1370	0.3827
VII	0.0090**	0.0107*	0.5531
VIII	0.0236*	0.029*	0.7620

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

с трудностями формирования категориального значения слова, что проявилось при выполнении ими заданий на припоминание слов. У всех детей этой группы мы встретились со специфическими трудностями припоминания слов. Вместо требуемого слова воспроизводилось близкое по значению (холод – мороз; голубь – воробей), т.е. происходило "соскальзывание", по-видимому, связанное с нарушением процесса выделения существенных признаков. Для сравнения, в другой группе неуспевающих детей такие ошибки встречались лишь у 3 детей, а в группе успевающих детей не встречались вообще.

Таким образом, нейропсихологический анализ показал, что отличительной особенностью формирования ВПФ у детей с незрелостью ФТС является отставание в развитии ПРД и опосредующей функции речи в сочетании с недостаточностью процессов вербальной категоризации. Рамки настоящего исследования не позволяют ответить на вопрос, является ли нарушение ПРД причиной дефицита процессов речевой регуляции или наоборот. Наиболее вероятным представляется общее происхождение этих явлений. Выше, при обсуждении возможных нейрофизиологических механизмов произвольной регуляции и организации деятельности, мы пришли к выводу о важности созревания механизмов избирательной модуляции активности коры. Несформированность нейрофизиологических механизмов селекции наряду с отрицательным влиянием на развитие ПРД может привести также к недостаточности процессов выделения и обобщения существенных признаков объектов, так как они базируются на селективной избирательной организации корковых нейронных процессов [29]. Поскольку выделение и обобщение существенных признаков является

одним из этапов формирования категориальных значений и опосредующей функции речи, можно ожидать, что ФТС является важным звеном в мозговом обеспечении семантических процессов. Современные исследования, основанные на применении методов функциональной морфологии (позитронно-эмиссионная томография и ядерно-магнитно-резонансная томография), свидетельствуют об участии префронтальных отделов коры, входящих в ФТС, в семантической обработке информации у взрослых здоровых испытуемых [30, 31]. Роль таламических структур в этих процессах косвенно подтверждается клиническими данными о нарушениях называния, в особенности, близких по смыслу объектов, у пациентов с верифицированными локальными повреждениями таламуса [32].

Проведенное в настоящем исследовании комплексное электроэнцефалографическое и нейропсихологическое обследование детей 7–8 лет с трудностями обучения позволило предположить наличие у них синдрома функциональной незрелости ФТС, нейрофизиологической основой которого является несформированность процессов избирательной активации, а психологическим проявлением – дефицит произвольной регуляции деятельности и речевого опосредования.

Изучение вопроса о том, в какой мере вышеописанные особенности ВПФ у детей с незрелостью ФТС отражаются на усвоении навыка письма, явилось задачей следующего этапа нашего исследования.

Так как слово, помимо своей смысловой стороны, представляет собой определенную программу (последовательность элементов), задаваемую извне, мы ожидали увидеть трудности соблюдения этой программы при письме под диктовку, а также ошибки, связанные с недостаточным развитием значения слова. И тот, и другой тип нарушений ярко проявились, но при различных условиях задачи, стоящей перед ребенком. При написании школьного диктанта (работа в группе) ребенок был ограничен во времени, но единовременный объем поступающего материала был невелик (учитель диктовал по 1–2 слова с повторами). В ходе же нейропсихологического обследования ребенку диктовалось предложение из 6–7 слов полностью и только 1 раз, но без ограничений во времени, и основная нагрузка падала на память ребенка. В результате, в первом случае темповые особенности и ситуация групповой работы теоретически могли оказывать негативное влияние на возможность звуко-буквенного анализа с перекодированием полученного ряда в графическую последовательность, а во втором случае большой объем, практически недоступный для механического запоминания, требовал включения смыслового опосредования.

Наиболее характерной ошибкой при выполнении школьных диктантов у детей с незрелостью ФТС был пропуск согласной в середине слова. В этой группе детей такая ошибка встречалась у 4 человек из 7, в то время как в других группах ее допускали по одному человеку в каждой. При записи предложений в ходе нейропсихологического обследования эта ошибка практически не встречалась. Ее допустил один ребенок из группы детей с незрелостью ФТС.

По нашему мнению, ошибка пропуска согласной в середине слова может быть выделена в отдельную категорию, хотя традиционно она рассматривается в одном ряду с пропуском гласных как результат нарушения звуко-буквенного анализа [33, 34]. Пропуск согласной в середине слова у детей с незрелостью ФТС, возможно, связан с недостаточностью программирования процесса записи. Механизмы обнаруженного феномена требуют специального исследования.

При анализе предложений мы, как и ожидали, встретили у детей с незрелостью ФТС ошибки, связанные с недоразвитием системы значений – семантические замены (яблони – розы, волк – заяц и т.д.). Эти нарушения наблюдались у 4 детей, в то время как во второй группе неуспевающих – у одного. У успевающих такие ошибки вообще отсутствовали. В диктантах семантические замены встретились только у одного испытуемого с незрелостью ФТС.

Таким образом, изменение условий задачи, а, следовательно, распределение нагрузок по отношению к различным звеньям системы психических функций, обеспечивающей деятельность, приводит к изменению характера ошибок, имеющих, в то же время, единое происхождение – несформированность механизмов ПРД.

Как показал проведенный нейропсихологический анализ, степень функциональной зрелости ФТС отражается и на процессах становления почерка.

На рис. 2 представлены обобщенные данные по умеренным и выраженным отклонениям четырех анализируемых параметров. Штриховкой обозначена доля выраженных отклонений. У детей с незрелостью ФТС сильнее, чем в других группах, выражены отклонения по признаку “единство наклона”. Статистический анализ распределения случаев с наличием (оценки 2 и 3) и отсутствием (оценка 1) отклонений по каждому признаку с помощью точного критерия Фишера выявил достоверные различия в частоте представленных нарушений “единства наклона” между группами 1 и 3 ($p = 0.0047$) и тенденцию к различиям между группами 1 и 2 ($p = 0.09$). В работе М.М. Безруких и С.П. Ефимовой [35] нарушения почерка у учащихся связываются с дефицитностью двигательных функций, зрительно-

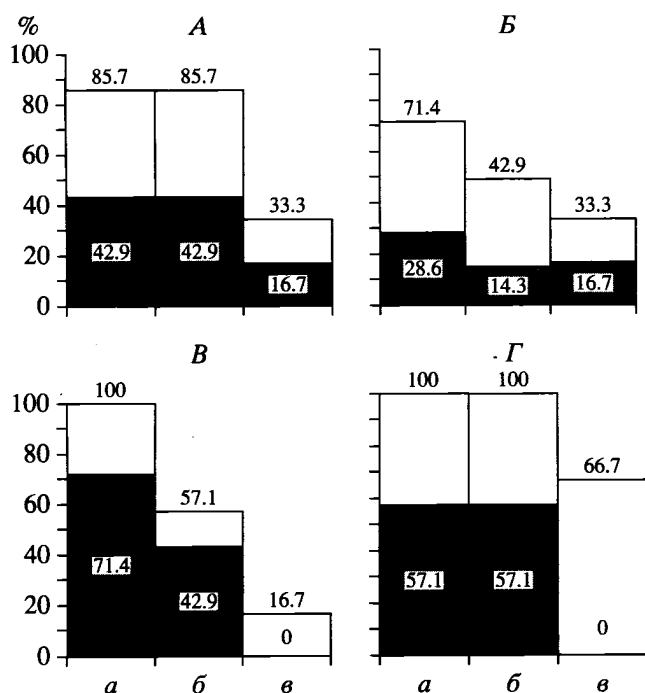


Рис. 2. Распределение выраженности нарушений графических характеристик письма в обследованных группах детей. А – для параметра “ровность линий строк”; Б – для параметра “равномерность нажима”; В – для параметра “единство наклона” и Г – для параметра “постоянство размеров букв”.

По оси ординат – встречаемость случаев с нарушением данного параметра (оценки 2 и 3) в группе, в %. Штриховкой выделены случаи с выраженными нарушениями (оценки 3). Обозначения групп те же, что на рис. 1.

пространственного восприятия или зрительно-моторных координаций. При этом в качестве характерных ошибок указываются значительная вариативность размеров букв и наклона. По-видимому, нарушения единства наклона могут быть объяснены не только отставанием в развитии зрительно-пространственных или двигательных функций. По состоянию функций зрительно-пространственного восприятия исследованные нами группы практически не отличались между собой. Анализ же двигательных функций показал, что для детей с незрелостью ФТС не характерны нарушения, не связанные с программированием движений. Так, выраженный дефицит регуляции тонуса в активности встречался у 2 детей этой группы, в то время как в группе детей с трудностями обучения без ФТС его демонстрировали 5 человек. Двигательные дизметрии отмечались у 1 и 4 человек соответственно. По состоянию двигательных функций дети с незрелостью ФТС оказались ближе к хорошо успевающим.

В то же время колебания наклона в почерке у детей с незрелостью ФТС могут быть объяснены

с точки зрения дефицита ПРД: соблюдение единства наклона, особенно на начальных стадиях овладения навыком письма, требует ориентации на предыдущий элемент. Это, в свою очередь, является простой программой, требующей постоянной актуализации, а, следовательно, высокой устойчивости, которая недостаточна у детей с незрелостью ФТС.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что нарушения в созревании высших регуляторных систем мозга, в частности ФТС, специфическим образом влияют на формирование ВПФ, прежде всего функций программирования и контроля деятельности, а через них – на усвоение навыков.

ВЫВОДЫ

1. Одним из мозговых механизмов, обеспечивающих развитие произвольной регуляции деятельности (ПРД) у детей 7–8 лет является функциональное созревание фронто-таламической регуляторной системы (ФТС).
2. Несоответствие возрасту уровня развития ФТС приводит к таким нарушениям ПРД как импульсивность, неустойчивость программы, трудность переключения с программы на программу и трудность самоконтроля.
3. Дефицитарность ПРД сочетается у детей с незрелостью ФТС с отставанием в развитии смыслообразующей и опосредующей функции речи.
4. Особенности развития высших психических функций у детей 7–8 лет с незрелостью ФТС специфическим образом влияют на усвоение навыка письма, что отражается как на содержательной, так и на графической сторонах этого процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебединский В.В., Марковская И.Ф., Лебединская К.С. и др. Клинико-нейропсихологический и нейрофизиологический анализ аномалий психического развития детей с явлениями “минимальной мозговой дисфункции” // А.Р. Лурия и современная психология. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 62.
2. Марковская И.Ф. Задержка психического развития. М.: Изд. НО “Компенс-центр”, 1993. 198 с.
3. Осипенко Т.Н. Психоневрологическое развитие дошкольников. М.: Медицина, 1996. 245 с.
4. Корсакова Н.К., Микадзе Ю.В., Балашова Е.Ю. Неуспевающие дети: нейропсихологическая диагностика трудностей обучения младших школьников. М.: Изд. “Российское педагогическое агентство”, 1997. 123 с.
5. Njikiktjien Ch. Pediatric Behavioral Neurology. V. 1. Clinical Principles. Amsterdam: Suyi Publication, 1988. 396 p.
6. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. М.: Изд-во МГУ, 1973. 374 с.

7. Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г., Дубровинская Н.В., Мачинская Р.И. Нейрофизиологические основы динамической локализации функций в онтогенезе // I Междунар. конф. памяти А.Р. Лурия. М.: Изд. "Российское психологическое общество", 1998. С. 208.
8. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М.: Медицина, 1966. 350 с.
9. Безруких М.М., Фарбер Д.А. Методологические подходы к проблеме возрастного развития детей и подростков // Физиология роста и развития детей и подростков / Под ред. Баранова А.А., Щеплягиной Л.А. М., 2000. С. 229.
10. Coull J.T. Neural correlates of attention and arousal: insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology // Progress in Neurobiology. 1998. V. 55. P. 343.
11. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. Л.: Наука, 1990. 198 с.
12. Безруких М.М., Мачинская Р.И., Сугрובה Г.А. Дифференцированное влияние функциональной зрелости коры и регуляторных структур мозга на показатели познавательной деятельности у детей 7-8 лет // Физиология человека. 1999. Т. 25. № 5. С. 14.
13. Ахутина Т.В., Игнатьева С.Ю., Максименко М.Ю. и др. Методы нейропсихологического обследования детей 6-8 лет // Вестник МГУ. Сер. 14. Психология. 1996. № 2. С. 51.
14. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Фишман М.Н. Диагностика функционального состояния мозга детей младшего школьного возраста с трудностями обучения // Физиология человека. 1994. Т. 20. № 5. С. 34.
15. Мачинская Р.И., Лукашевич И.П., Фишман М.Н. Динамика электрической активности мозга у детей 5-8-летнего возраста в норме и при трудностях обучения // Физиология человека. 1997. Т. 23. № 5. С. 5.
16. Полонская Н.Н., Яблокова Л.В. Функции программирования и контроля и успешность обучения у первоклассников // I Междунар. конф. памяти А.Р. Лурия. М.: Изд. "Российское психологическое общество", 1998. С. 231.
17. Lazar J., Frank M. Frontal system dysfunction in children with ADHD and LD // J. Neuropsychiatry. 1998. V. 10. № 2. P. 160.
18. Lubar J.F., Bianchini K.J., Calhoun W.H. et al. Spectral analysis of EEG differences between children with and without learning disabilities // J. Learning Disabilities. 1985. V. 18. № 7. P. 403.
19. Майорчик В.Е. Изменения ЭЭГ в зависимости от локализации опухоли мозга // Клиническая электроэнцефалография / Под ред. Русинова В.С. М.: Медицина, 1973. С. 106.
20. Лукашевич И.П., Сазонова О.Б. Влияние поражения различных отделов зрительного бугра на характер биоэлектрической активности мозга человека // Журн. высш. нерв. деятельности. 1996. Т. 46. Вып. 5. С. 866.
21. Батыев А.С. Высшие интегративные системы мозга. Л.: Наука, 1981. 256 с.
22. Neidermeyer E. Maturation of EEG: development of waking and sleep patterns // Electroencephalography. Basic Principles, Clinical Application and Related Fields. Baltimor, Munich: Urban & Schwarzenberg, 1987. P. 106.
23. Skinner J.E., Yingling Ch.D. Central gating mechanisms that regulated ERP and behavior. A neural model of attention // Attention, voluntary contraction and ERP. V. 1. Basel: Karger, 1997. P. 30.
24. Farber D.A. Principles of structural and functional brain organization in Ontogenesis. Main stages of its formation // Pediatric Neurology. V. 4. Developing Brain and Cognition. Amsterdam: Suyi Publ, 1993. P. 156.
25. Machinskaya R.I. Brain organization of voluntary selective attention in first grade children with learning difficulties // Neuronal Bases and Psychological Aspects of Consciousness. Singapore; New Jersey; London; Hong Kong: World Scientific, 1999. P. 343.
26. Выготский Л.С. Орудие и знак в развитии ребенка // Собр. соч. Т. 6. М.: Педагогика, 1984. С. 5.
27. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека. М.: Изд-во МГУ, 1969. 504 с.
28. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. М.: Изд-во МГУ, 1972. 575 с.
29. Goldberg E., Costa L.D. Hemispheric differences in the acquisition and use of descriptive systems // Brain and Lang. 1981. V. 14. № 1. P. 144.
30. Fletcher P.C., Shallice T., Dolan R.J. Sculpting the response space - an account of left prefrontal activation at encoding // Neuroimage. 2000. V. 12. № 4. P. 404.
31. Le Clec' H G., Dehaene S., Cohen L. et al. Distinct cortical areas for names of numbers and body parts independent of language and input modality // Neuroimage. 2000. V. 12. № 4. P. 381.
32. Raymer A.M., Moberg P., Crosson B. et al. Lexical-semantic deficits in two patients with dominant thalamic infarction // Neuropsychologia. 1997. V. 35. № 2. P. 211.
33. Лурия А.Р. Очерки психофизиологии письма. М.: Изд. АПН РСФСР, 1950. 84 с.
34. Корнев А.Н. Дислексия и дисграфия у детей. СПб.: Изд. "Гиппократ", 1995. 221 с.
35. Безруких М.М., Ефимова С.П. Упражнения для занятий с детьми, имеющими трудности при обучении письму. М., 1994. 81 с.