

ФОРМИРОВАНИЕ СЕНСОМОТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРОДУКЦИИ СЛОГА НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ УСВОЕНИЯ ЧТЕНИЯ

© А. Н. Корнев¹, Э. И. Столярова², Е. И. Гальперина¹, Д. М. Гийемар³

¹ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России;

²ФГБУН «Институт физиологии им. И. П. Павлова», Санкт-Петербург;

³ФГБУН «Институт Эволюционной Физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова» РАН, Санкт-Петербург

Резюме. Когнитивные механизмы формирования навыка чтения у детей изучены недостаточно. Применительно к русской письменности вопрос не изучен совсем. В связи с особенностями русской письменности центральное положение в развитии навыка чтения занимает слогообразование. В статье представлены результаты лонгитюдного исследования фонетических и временных характеристик слогообразования у детей первого класса на начальном этапе освоения чтения. Рабочей гипотезой исследования является предположение о существовании нескольких индивидуально-типологических стратегий овладения навыком чтения. В эксперименте участвовали 40 детей из общеобразовательной школы, которые еще не овладели к началу 1 класса навыком чтения целыми словами. Исследование проводилось индивидуально и состояло из двух типов заданий: I – чтение стимулов (букв, слогов, слов, квазислов) и II – повторение аналогичных звуковых стимулов. Фонограммы анализировались посредством компьютерных программ PRAAT 5.2.16, Gold Wave и авторской компьютерной программы. Оценивались временные и фонетические характеристики чтения букв и слогов (СГ, ГС), подсчитывался индекс simultанности распознавания слога детьми. Выявлены статистически значимые различия в основных фонетических и временных характеристиках между результатами в начале 1 класса (Э1) и через 3 месяца (Э2). Обнаружены индивидуальные качественные и количественные различия в динамике изменений изучаемых параметров. Показано, что в ходе становления навыков чтения происходит переход от параллельных процессов распознавания графического слога к последовательным процессам распознавания графического и синтеза фонетического слога. Обсуждаются вариативность стратегий распознавания и синтеза слогов у детей, а также индивидуальные стратегии.

Ключевые слова: чтение; обучение; усвоение; слог; артикуляция; фонетика; стратегии.

ВВЕДЕНИЕ

Исследованию механизмов чтения у взрослых посвящено большое количество работ [23, 26]. Меньше изучен процесс и механизмы овладения чтением детьми. В большинстве работ этот процесс рассматривается с точки зрения информационно-семиотического подхода: от распознавания букв и перекодирования их по правилам орфографии в ряд фонем с последующим соотнесением с ментальным словарем [17–19, 25, 29–30], в основном на материале английского языка. Особенность русской письменности заключается в том, что при кодировании (письме) и декодировании (чтении) важную роль играет слоговой принцип русского письма [7]. В связи с этим синтез артикуляторной программы фонетического слога, соответствующего графическому слогу, в русской письменности имеет определенные отличия от других языков [22]. Малоизученным на материале русского языка остается сенсомоторный аспект артикуляторного компонента, которому обычно отводится служебная роль финальной фазы речепроизводства при чтении вслух. Однако известно, что даже при чтении молча скрытое артикулирование присутствует и у зрелых чтецов [8], а у начинающих — всегда сопровождается фонацией [3]. Такая закономерность позволяет предположить, что артикуляционный компонент

играет важную роль в процессе чтения. Это связано с феноменом «внутренней речи», впервые описанной Л. С. Выготским [2, 8]. Внутренняя речь может сопровождаться видимой артикуляцией в сочетании с фонацией, а может осуществляться на субвокальном уровне.

Иными словами, чтение — не только языковой, но и артикуляторный навык. Поэтому к данному процессу приложимы уже известные закономерности формирования двигательных навыков. Согласно теории Н. А. Бернштейна [1], важным показателем зрелости формирующегося навыка является степень его автоматизированности и вариативности временных и пространственных характеристик. Характерной чертой незрелого навыка, как известно, является необходимость сознательного контроля над ведущим уровнем его моторного программирования и дискретность регуляции отдельных его компонентов. Это, в свою очередь, влияет и на темповые характеристики, т. е. на время реакции.

Известно, что в процессе формирования навыка чтения процесс преобразования графических слов в фонологические слова и в артикуляционно-фонационные комплексы становится все менее дискретным [12, 16, 24]. Экспериментальные исследования чтения у детей в норме и при дислексии позволили выдвинуть гипотезу о существова-

нии т.н. «оперативных единиц чтения» (ОПЕЧ). ОПЕЧ — это буква или комплекс букв (слог, слово, словосочетание), который опознается одновременно и соотносится с артикуляторной программой как целостная перцептивно-категориальная структура [5, 6]. ОПЕЧ в процессе формирования навыка чтения являются единицами рекодирования, т.е. перевода графической структуры слова в фонологическую и единицами хранения в оперативной памяти. Экспериментальные исследования показали, что при чтении квазислов время опознания одной ОПЕЧ не зависит от количества знаков, ее составляющих [6]. Согласно нашей гипотезе, распознавание буквосочетаний, превышающих одну ОПЕЧ, выполняется посредством двух или более операций. Многооперационные задачи, как известно, могут решаться параллельно или последовательно [9, 12]. Есть основания полагать, что по мере совершенствования навыка чтения последовательные стратегии сменяются параллельными. Сравнение временных затрат (времени реакции или суммарного времени выполнения задачи) при выполнении заданий на чтение (называние) букв, слогов разной сложности и квазислов могут служить свидетельством того, какие ОПЕЧ ребенок использует при чтении.

В данной работе мы приводим результаты исследования когнитивных стратегий распознавания и синтеза двухбуквенного слога (СГ или ГС). Одной из задач настоящего исследования являлось изучение особенностей фонетических и временных характеристик слогообразования у детей на начальном этапе освоения чтения и индивидуальные «маршруты» изменений этих характеристик на протяжении 3 первых месяцев обучения.

МЕТОДИКА

Исследование проводилось трижды за учебный год: в октябре (Э1), январе (Э2) и апреле (Э3).

Испытуемые. В качестве испытуемых были отобраны 40 учащихся из первых классов одной школы. В группу включались все дети, у которых по данным скрининг-исследования навык чтения был не выше, чем чтение по слогам; те, кто читал целыми словами, в группу не включались.

Задания и стимулы. Исследование проводилось индивидуально и состояло из двух типов заданий: I — чтение стимулов и II — повторение звуковых стимулов. В первом типе заданий в свободном временном режиме на монитор однородными сериями последовательно предъявлялись следующие стимулы: 1) буквы (Л, И, М, У, С, Ш, Е, З, Х, О, Л, М, А, Ш, Е) и 2) двухбуквенные слоги (АК, ИМ, ШО, ОШ, ШИ, СО, МИ, МЯ, МЭ, НО, ОН, НИ, ЯМ). В рамках

всего эксперимента предъявлялись и другие стимулы, которые не обсуждаются в данной публикации. Во втором типе заданий через наушники бинаурально подавались звуковые стимулы (звуки, слоги), которые дети должны были повторить. Этот тип заданий использовался для выявления особенностей артикуляции слога при чтении по сравнению с повторением. Эксперименту предшествовала обучающая сессия, в ходе которой после инструкции предъявлялись 3 буквы и 3 слога, не входящие в основной набор стимулов. Ответы детей записывались в wav-файлы и анализировались посредством компьютерных программ PRAAT 5.2.16 и Gold Wave независимо тремя аудиторами.

Анализ. Всего было проанализировано 2240 речевых сигналов (букв и слогов) у 40 детей. При анализе ответов, полученных при чтении и повторении оценивались: 1) длительность слога; 2) относительная длительность гласного и согласного в слоге при повторении и при чтении; 3) спектральные признаки коартикуляции в слогах; 4) время реакции (ВР) и «индекс simultанности опознания» (ИСО). При анализе ВР учитывались только правильные ответы. Анализ стратегий, используемых детьми, производился на основе таких показателей, как фонетические характеристики произнесения слога при чтении (по данным аудиторского анализа речевых сигналов), величине времени реакции (ВР) распознавания графических слогов и ВР распознавания отдельных букв, составляющих этот слог. Как известно, ВР при идентификации и назывании образов или знаков включает время опознания образа и время принятия решения о его соответствии определенной единице заданного алфавита знаков или фигур [28]. Таким образом, если комплекс двух знаков опознается последовательно, то значение ВР будет равно или превышать сумму ВР каждого знака в отдельности. В математическом выражении это будет выглядеть так: $ВР_{сл} \geq (ВР_г + ВР_р)$. Количественный показатель индекса simultанности опознания (ИСО) вычисляли по формуле: $ВР_{сл} / (ВР_г + ВР_р)$. Теоретически при полностью аналитическом опознании слога (это означает, что первичный синтез слога отсутствует) $ИСО \geq 1$, а при полностью синтетическом опознании $ИСО \leq 0,5$. Иначе говоря, в последнем случае графический слог опознается как целостное образование, и на это затрачивается столько же времени, сколько и на опознание одной буквы. Кроме того что ИСО является показателем стратегии распознавания, он отражает время, затраченное на синтез слога или на поиск уже существующей в памяти силлабемы [13, 24]. Чем больше ИСО, тем дольше принимается решение о том, какой слоговой артикуляционной программе (силлабеме) соответствует графический слог.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Эксперимент 1

Чтение букв. Анализ качества и времени реакции (ВР) чтения букв в Э1 показал, что у большинства детей уже в октябре это не вызывает затруднений и выполняется быстро и успешно. Число ошибок в группе было весьма незначительным (не более 14% у 4 детей, а у остальных — 0). 29 детей (73%) использовали при назывании алфавитные наименования букв (С — сэ или эс, М — мэ или эм). Среднегрупповое ВР называния букв составило 0,763 с (σ — 0,21), ВР слогов — 1,3 с (σ — 0,53).

Величина стандартного отклонения (σ), как показателя дисперсии и вариативности ВР ответов на разные буквы у одного и того же ребенка, в среднем по группе равнялась 0,214 с. Аналогичный показатель для слогов — 0,48 с.

Чтение слогов. Результаты чтения слогов в компьютерном тесте показали, что степень сформированности навыка синтеза слога варьирует у детей в широком диапазоне: от полного отсутствия до частично автоматизированного состояния (табл. 1). 6 (15%) детей не умели сливать слоги и называли их побуквенно: МИ — [мэ..и], ШО — [шэ..о]¹. У остальных детей среднее ВР называния слогов было достоверно большим, чем ВР называния букв (соответственно 1,303 с и 0,7 с; $P < 0,0001$).

Сравнительный анализ временных параметров речевых сигналов при чтении и повторении показал, что длительность слогов при чтении была достоверно больше, чем при повторении ($P < 0,001$) (табл. 2). В среднем по группе гласные были достоверно длиннее при чтении, а согласные по длительности не раз-

личались при чтении и повторении. Однако у 6 детей наблюдалась обратная картина: при чтении они затягивали артикуляцию согласного, т.е. время произношения согласного при чтении было существенно больше, чем при повторении (табл. 2, п/гр. 3).

Анализ распределения ВР детей в группе показал, что состав группы неоднороден по временным характеристикам чтения букв и слогов. У 35 детей (87%) ВР при назывании разных букв различалось незначительно (средняя величина ВР — 0,7 с, $\sigma = 0,15$ с). Это позволяет заключить, что к моменту исследования у этих детей ассоциация между буквой и артикуляторной программой фонации релевантного звука была автоматизирована. 5 детей существенно отставали по этому показателю: среднее ВР называния букв равнялось 1,21 с и варьировало в широком диапазоне от 0,54 с до 3,2 с ($\sigma = 0,65$ с). 6 детей, как указано выше, не были способны к синтезу слога. Остальные дети артикулировали слог более или менее слитно. Анализ фонетических и временных характеристик выявил ряд особенностей, характеризовавших способ или стратегию синтеза и степень автоматизированности навыка. Следуя принципу максимального подобия, мы отобрали 4 эталонные подгруппы детей, однородные по показателям стратегии. В них вошли 22 ребенка (55%). У остальных детей наблюдались смешанные стратегии. Подгруппа № 1 ($n=6$) включала детей, не владевших синтезом слога. Они читали слоги аналитически, побуквенно. Подгруппа № 2 ($n=4$) состояла из детей, владевших автоматизированным синтезом слогов, имевших низкие значения ВР и ИСО. Подгруппа № 3 ($n=6$) включала детей, общей чертой которых были высокие значения ВР, ИСО и большее время артикуляции первого согласного по сравнению с по-

¹ При подсчете ВР в Э1 результаты этих детей исключались

Таблица 1

Средние значения ВР и ИСО при чтении букв и слогов в подгруппах детей

Подгруппа	n	ВР при чтении букв (с)	σ	ВР при чтении слогов (с)	σ^1	ИСО	σ^2	σ^3
Подгруппа 1	6	0,96	0,41	—	—	—	—	—
Подгруппа 2	4	0,61	0,12	0,68	0,21	0,57	0,22	0,1
Подгруппа 3	6	0,91	0,36	1,28	0,44	0,74	0,33	0,28
Подгруппа 4	6	0,75	0,19	1,47	0,53	0,97	0,44	0,29

σ^1 — среднее в подгруппе детей значение стандартного отклонения времени реакции (ВР) называния каждой буквы от среднего в совокупности букв-стимулов; σ^2 — среднее в подгруппе детей значение стандартного отклонения ИСО каждого слога в совокупности слогов-стимулов; σ^3 — стандартное отклонение средних ИСО в подгруппе детей. Индекс simultaneity опознания (ИСО) вычисляли по формуле: $ВР_{сл}/(ВР_{с} + ВР_{гр})$

Таблица 2

Длительность согласного (абсолютная и относительная) в слогах у детей подгрупп 2 и 3

Средняя длительность согласного в слоге (с)										
Слог	МЭ		МИ		НИ		НО		ШИ	
Согласный	М	доля в слоге	М	доля в слоге	Н	доля в слоге	Н	доля в слоге	Ш	доля в слоге
Подгруппа 2	0,185	0,3	0,122	0,25	0,125	0,3	0,133	0,25	0,248	0,45
Подгруппа 3	0,44	0,45	0,346	0,58	0,235	0,4	0,284	0,42	0,405	0,56

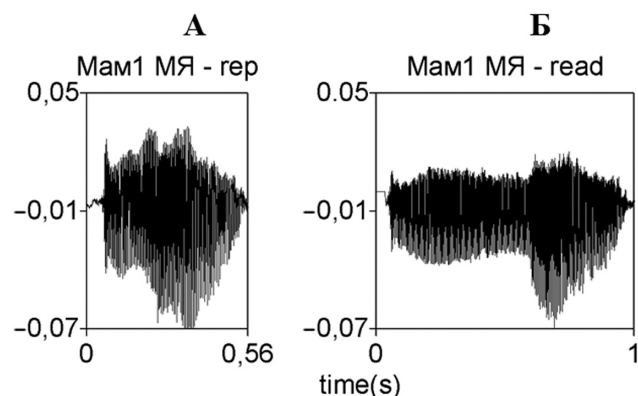


Рис. 1. Осциллограммы речевых сигналов Мам в Э1: А — при повторении и Б — при чтении слога МЯ

вторением и с аналогичным показателем у представителей других подгрупп (табл. 1). Доля согласного у них была существенно выше, чем у других детей (табл. 2, рис. 1). Дети подгруппы 4 ($n=6$) использовали так называемое «двойное чтение»: сначала про себя или шепотом произносили слог аналитически или полусинтетически, а затем — вслух целостно.

Для оценки когнитивной стратегии распознавания и синтеза слога (параллельной или последовательной, сукцессивной или симультанной) рассчитывался индекс симультанности опознания (ИСО). У 4 детей подгруппы 2 были получены наиболее низкие значения ИСО (0,62). ВР при назывании слогов не отличалось от ВР при назывании букв (табл. 1). Это свидетельствует о том, что дети распознают слог как целостный комплекс. Еще одним подтверждением этого была низкая вариативность ВР распознавания разных слогов ($\sigma^1=0,27$ с).

У детей остальных 3 подгрупп операции синтеза слога были сформированы слабо, выполнялись с опорой на сукцессивную стратегию распознавания. Аудиторский анализ чтения слогов показал, что дети со слабым навыком синтеза слога применяли при чтении разные тактические уловки. Часть детей «затягивали» артикуляцию первого согласного² (подгруппа 3) (рис. 1), другие (подгруппа 4) — использовали так называемое «двойное чтение»: сначала про себя или шепотом произносили слог аналитически или полусинтетически, а затем — вслух целостно.

Эксперимент 2

Повторное тестирование, проведенное с детьми экспериментальной группы в январе по той же схеме с теми же стимулами выявило динамику качественных и количественных среднегрупповых показателей. Среднее ВР чтения букв в январе (Э2) несколько увеличилось, но разница не достигла достоверного уровня: 0,839 с по сравнению с 0,763 с в октябре. Подобная тенденция оказалась для нас неожиданной. Возможным объяснением этого может быть тот факт, что в октябре по программе 1 класса у детей был так называемый «букварный период», т. е. регулярно тренировалось запоминание звукобуквенных связей, что активизировало соответствующие мнестические следы. Это могло облегчить детям актуализацию звукобуквенных связей при выполнении заданий компьютерного теста и сократить время реакции (табл. 3, 4).

² Давая тем самым себе дополнительное время для выполнения синтеза слога

Таблица 3

Среднегрупповые характеристики чтения слогов в Э1 и Э2

Стимулы		Э1	Э2
Буквы	ВР	0,76	0,85
	σ	0,21	0,19
Слоги	ВР	1,32	1,01
	σ	0,48	0,29
	ИСО	0,89	0,68**
	σ	0,42	0,16**
* — $P < 0,005$; ** — $P < 0,001$			

Таблица 4

Средние значения ВР и ИСО при чтении букв и слогов в подгруппах 2, 3 и 4 в Э2

Подгруппа	n	ВР при чтении букв, с	σ букв	ВР при чтении слогов, с	σ^1	ИСО	σ^2	σ^3
Подгруппа 2	4	0,81	0,18	0,8	0,19	0,53	0,12	0,02
Подгруппа 3	6	0,90	0,17	1,10	0,27	0,66	0,16	0,09
Подгруппа 4		0,85	0,21	1,15	0,4	0,74	0,27	0,2
Подгруппа 1	6	0,82	0,19	1,32	0,38	0,84	0,26	0,19

σ^1 — среднее в подгруппе детей значение стандартного отклонения времени реакции (ВР) называния каждой буквы от среднего в совокупности букв-стимулов; σ^2 — среднее в подгруппе детей значение стандартного отклонения ИСО каждого слога в совокупности слогов-стимулов; σ^3 — стандартное отклонение средних ИСО в подгруппе детей. Индекс симультанности опознания (ИСО) вычисляли по формуле: $ВР_{сл}/(ВР_{с} + ВР_{пр})$

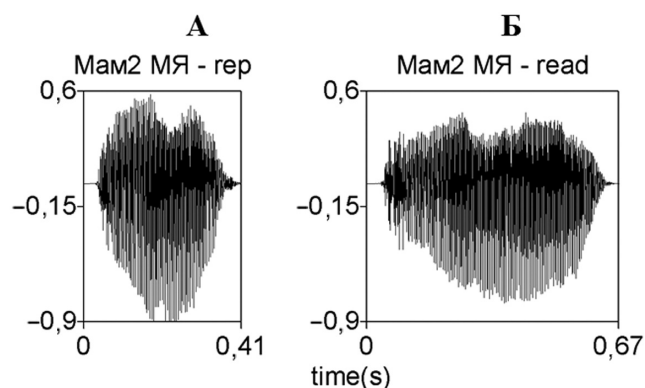


Рис. 2. Осциллограммы речевых сигналов Мам в Э2: А – при повторении и Б – при чтении слога МЯ

Среднее по группе ВР чтения слогов в январе достоверно уменьшилось (соответственно 1,321 с и 1,05 с; $p < 0,007$). Прогресс в освоении синтеза слогов при чтении особенно заметно проявился в двух показателях: 1) снижении вариативности ВР при чтении разных слогов одним и тем же ребенком, т.е. повышении стабильности навыка (среднее значение стандартного отклонения уменьшилось с 0,48 с до 0,29 с; $p < 0,0001$) и 2) в уменьшении ИСО, как показателя симультанизации распознавания графических слогов и совершенствования синтеза артикуляторной программы (с 0,89 до 0,68; $p < 0,0005$). У многих детей сократилась и длительность речевого сигнала при чтении (рис. 2).

В данном исследовании нас интересовал вопрос, в какой мере индивидуальные различия в качественно-количественных характеристиках чтения, способе, стратегиях овладения навыками сохраняются в динамике. Иными словами, являются ли индивидуальные стратегии синтеза слога устойчивыми характеристиками или они носят случайный, временный характер. Для выяснения этого вопроса был проведен сопоставительный анализ основных, описанных выше характеристик, полученных в октябре и в январе в одних и тех же подгруппах испытуемых (подгруппах 1, 2, 3 и 4).

Как видно в таблице 4, различия в усвоении звукобуквенных ассоциаций (т.е. в назывании букв), которые наблюдались в октябре между детьми 1–4-й подгрупп нивелировались через 3 месяца обучения. Аналогичные перемены произошли и со стандартными отклонениями. Это означает, что к январю ассоциации между буквами и звуками упрочились и автоматизировались, а индивидуальные различия во временных характеристиках исчезли. Анализ временных показателей чтения слогов выявил отчетливую положительную динамику ВР в 1, 3 и 4-й подгруппах (рис. 2). Фонетический анализ речевых сигналов показал, что в первой под-

группе произошло кардинальное изменение: дети освоили синтез слога (табл. 3). Во второй подгруппе значимых перемен не произошло, наблюдалось даже незначительное увеличение ВР. Более информативным оказалось сравнение значений ИСО в двух экспериментах (рис. 3, 4, 5).

Как видно на рисунке 4, ИСО существенно снизился у детей 3-й и 4-й подгрупп. Аналогично, в этих же подгруппах уменьшилось значение стандартного отклонения, как показателя вариативности применяемой стратегии при чтении разных

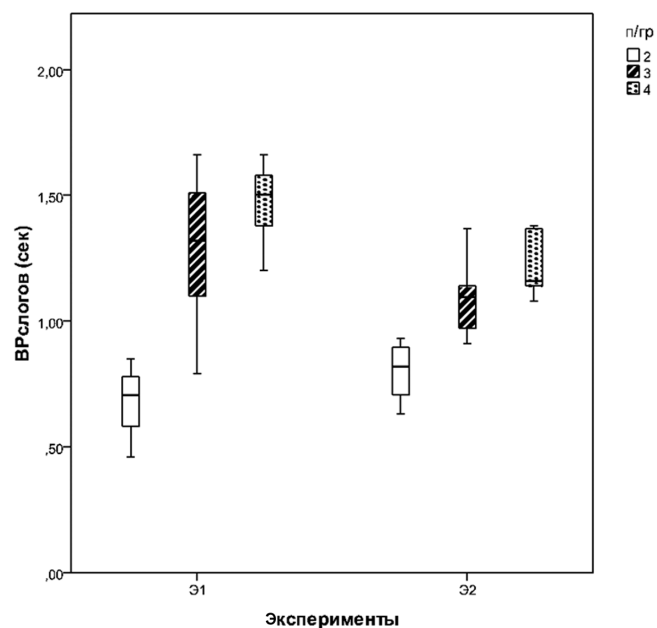


Рис. 3. Время реакции чтения слогов в подгруппах 2, 3 и 4 в экспериментах 1 (Э1) и 2 (Э2)

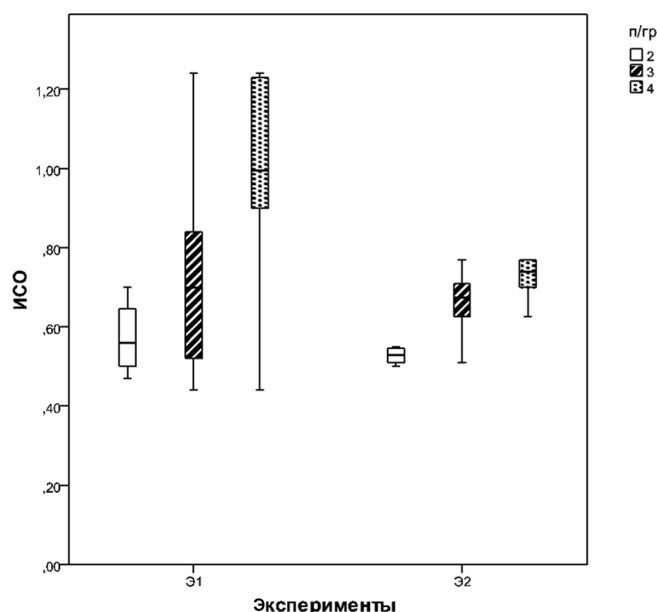


Рис. 4. ИСО в подгруппах 2, 3 и 4 в экспериментах 1 (Э1) и 2 (Э2)

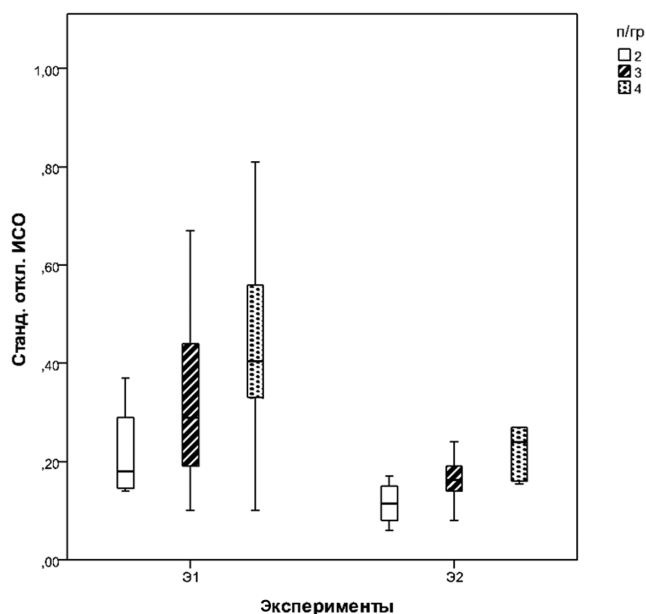


Рис. 5. Динамика показателя вариальности стратегий чтения – стандартного отклонения ИСО (станд. откл. ИСО) у детей подгрупп 2, 3 и 4 в экспериментах 1 (Э1) и 2 (Э2)

слов. Тем не менее, в январе сохранялись те же межгрупповые различия ИСО, что и в октябре. Дети подгруппы 1 к январю освоили навык синтеза слогов, но по всем показателям отставали от детей остальных подгрупп.

ОБСУЖДЕНИЕ

Как отмечалось выше, существует достаточно свидетельств, что, овладевая чтением, дети сначала запоминают соответствие звуков и обозначающих их букв (букварный принцип), а затем овладевают навыком декодирования, т.е. чтением слов. Промежуточный этап: между умением опознавать и называть буквы и способностью прочесть и понять значение прочитанного слова остается слабо изученным. Мультисиллабические языки (например, немецкий, итальянский, финский, русский) в этом плане изучены особенно слабо. Данные, полученные в настоящем исследовании, показали, что вслед за образованием звукобуквенных связей у детей следует этап овладения навыками синтеза слога. Это согласуется с многочисленными наблюдениями педагогов и психологов [4, 10, 12, 16, 24]. Однако, как отмечалось выше, мало известно о стратегиях и сенсомоторных механизмах овладения синтезом слога. Значения времени реакции чтения букв и слогов, полученные в двух экспериментах, свидетельствуют, что уже к концу первого полугодия у большинства детей происходит автоматизация артикуляторных программ называния букв. Кроме сокращения ВР об этом сви-

детельствует уменьшение стандартного отклонения ВР от среднего по группе стимулов-букв, предъявленных каждому ребенку. Как и ожидалось, значения ВР при чтении стимулов-слов существенно превышали аналогичные показатели при чтении букв. Оставалось неясным: эта разница объясняется только большим числом знаков в слоге (2 буквы) или выполнением дополнительной когнитивной операции синтеза моторной программы слога с учетом слогового принципа письма. Если предположить, что при чтении слога из двух букв ребенок сначала опознает последовательно каждую букву, после чего осуществляет синтез целостного артикуляторного комплекса, ВР слога должно равняться сумме ВР каждой из букв и времени, затраченного на синтез (стратегия А) [17]. В таком случае следует ожидать, что ВР слога будет превышать сумму ВР входящих в него букв. Индекс ИСО соответственно должен быть >1 . Если предположить, что опознание букв, из которых состоит слог, происходит параллельно, а потом выполняется синтез (стратегия Б), то значение ВР будет находиться в интервале $0,5 \leq \text{ВР} \leq 1$. Если, наконец, слог опознается как целостный комплекс, ассоциированный с силлабемой (стратегия В), то значение ИСО будет $0,5$ и меньше. Числовые значения ИСО, полученные в начале учебного года (Э1) показывают, что у 6 детей (18%) ИСО превышал единицу³. Из этого можно сделать вывод, что эти дети при чтении слогов применяли стратегию А. У 27 детей (80%) показатели ИСО соответствовали стратегии Б, и только 6% детей (2 чел.) использовали стратегию В. Многие дети (подгруппа 3) осуществляли синтез лишь со второй попытки: сначала шепотом или про себя, а затем вслух целостно. Анализ речевых реакций позволяет предположить, что синтез слога у таких детей происходит только на акустическом уровне. Услышав свою, еще неполноценную артикуляционную реализацию, дети, скорее всего, догадываются по звуковому сходству, на какой слог это похоже и называют его целостно.

При исследовании в январе (Э2) распределение значений ИСО, как показателя стратегии, изменилось: стратегия Б ($\text{ИСО} > 1$) наблюдалась у 38 (95%), а стратегия В ($\text{ИСО} \leq 0,5$) по-прежнему только у 2 детей (5%). При этом надо учесть, что данные распределения отражают средние показатели чтения каждым ребенком 13 слогов. ИСО отдельных слогов свидетельствовало, что стратегии, используемые одним и тем же ребенком могут меняться от стратегии А до стратегии В. В последнем случае слог соотносился с артикулемой целостно, что можно объяснить его высокой частотностью в индивидуальном опыте

³ В это число не включались дети, читавшие слог побуквенно.

ребенка. Иначе говоря, в процессе овладения навыком распознавания и синтеза слогов некоторые дети по существу используют одновременно 2 стратегии: аналитическую (последовательное рекодирование), а для некоторых более знакомых слогов — холистическую (целостное опознание слога и ассоциация его с силлабемой) [16]. В случаях использования 2-й стратегии стандартное отклонение ВР и ИСО достигало высоких значений: соответственно 0,34–0,71 и 0,24–0,55. Вариативность ИСО (σ) тесно коррелировала с величиной ИСО и стандартным отклонением ВР слогов: коэффициент корреляции Пирсона был равен соответственно 0,76 и 0,86. Иначе говоря, чем более стратегия чтения слогов приближается к типу В, тем ниже вариативность ИСО, т.е. выше степень симультанности синтеза слогов. Вариативность формирующегося навыка, как известно, высока на начальной стадии формирования и снижается по мере его автоматизации [1]. Таким образом, снижение вариативности ИСО правомерно рассматривать как свидетельство приближения к автоматизации навыка слогового синтеза.

Материалы ряда исследований позволяют предположить, что владение речью подразумевает кроме ментального лексикона наличие так называемого «ментального силлабария», т.е. набора артикуляторных программ/фонологических схем, соответствующих всем слогам данного языка [12, 16, 14, 21, 24]. Следуя этой концепции, логично ожидать, что при освоении чтения на определенном этапе должны образовываться связи между графическими слогами и соответствующими силлабемами ментального силлабария. Значительная вариабельность ВР и ИСО при чтении разных слогов свидетельствует о том, что на этом этапе обучения у детей еще не образовалась связь между графическим слогом и соответствующей силлабемой и фонологическим слогом, как языковой единицей. По-видимому, артикуляционные навыки чтения слогов на этом этапе являются для них скорее новыми сенсомоторными навыками, чем языковыми, т.е. теми, которые используются ими при моторном программировании речи. В пользу этого предположения свидетельствуют и описанные выше феномены двойного чтения и вторичного синтеза слога на основе догадки по акустическому эффекту первой, не очень удачной фонации. Моторная программа слога при этом формируется «on-line», а не извлекается из ментального силлабария. В Э1 такие феномены встречались у 13 детей, а в Э2 — у 12 детей. Продолжительность такого сенсомоторного этапа в освоении слогослияния у разных детей не одинакова.

При этом следует учитывать, что обсуждаемая часть экспериментальных данных по существу от-

носится к чтению квазислов, т.е. бессмысленных буквосочетаний. Это означает, что ребенок в эксперименте лишен возможности использовать антиципацию и опору на личный словарный запас и контекст. Тем не менее анализ аналогичных параметров при чтении слов теми же детьми свидетельствует, что вышеописанные особенности формирования навыков синтеза слога проявляются и при чтении слов. Однако обсуждение этого материала выходит за рамки настоящего сообщения.

Полученные нами данные хорошо согласуются с современной моделью декодирования, известной под названием «модель двух маршрутов» [15]. Согласно этой модели, процесс распознавания слов опирается на два механизма: а) фонологического рекодирования (т.е. перевода ряда букв в ряд звуков с последующим синтезом) и б) прямого доступа (соотнесения графического слова целиком с релевантной единицей ментального лексикона) [20]. На раннем этапе освоения чтения слов вне контекста механизму фонологического рекодирования в ряде случаев предшествует артикуляторно-фонетическое рекодирование, которое только позже становится фонологическим рекодированием. Механизм прямого доступа при чтении слов согласно некоторым исследованиям может использоваться еще до освоения алфавита [28]. Материалы нашего исследования, освещающие этот вопрос, будут представлены в следующих публикациях

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные в настоящем исследовании материалы свидетельствуют о том, что механизмы чтения на начальном этапе его усвоения отличаются от тех, которые описаны у взрослых. Наиболее заметные отличия касаются синтеза слогов. Начальные навыки синтеза слога выглядят как цепь последовательных операций рекодирования букв в звуки с последующим синтезом слога. Синтез слога нередко происходит лишь вторично, после аналитического озвучивания и повторного прочтения. Фонетические характеристики речевых сигналов при этом существенно отличаются от аналогичных показателей при повторении тех же слогов после прослушивания фонограммы. Анализ полученных данных позволяет предположить, что на этом этапе дети не используют ментальный силлабарий, а формируют новые артикуляционные программы, созданные специально для чтения. В динамике дети переходят от последовательных стратегий к параллельным и симультанным, но у разных детей это происходит различно.

Исследование поддержано грантом РГНФ № 12-06-00941.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернштейн Н.А. Физиология движений и активность. М.: Наука; 1990.
2. Выготский Л.С. Мышление и речь. Собрание сочинений в 6 тт. Т. 2, М.: Педагогика; 1982.
3. Гузий Ю.А. Становление технической и смысловой стороны чтения «про себя» у младших школьников с трудностями формирования навыка. Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2007; 13 (2): 58–62.
4. Егоров Т.Г. Психология овладения навыком чтения. 2-е изд. М.: Каро; 2006.
5. Корнев А.Н. Дислексия и дисграфия у детей. М.: Медицина; 1995.
6. Корнев А.Н. Нарушения чтения и письма у детей. СПб.: Речь; 2003.
7. Селезнева Л.Б. Современное русское письмо: категории и единицы. М.: Высшая школа; 2004.
8. Соколов А.Н. Внутренняя речь и мышление. М.: ЛКИ; 2007.
9. Солсо Р.Л. Когнитивная психология. 6-е изд. СПб.: Питер; 2006.
10. Эльконин Д.Б. Некоторые вопросы психологии усвоения грамоты. Вопросы психологии. 1956; 5: 51–59.
11. Alexander P.A., Fox E.A. Historical Perspective on Reading Research and Practice In: Alvermann D.A., Unrau N.J., Ruddell R.B. (Eds.) Theoretical Models and Processes of Reading: International Reading Association. Newark (6th ed.). 2013: 33–68.
12. Brown G.D.A., Deavers R.P. Units of Analysis in Non-word Reading: Evidence from Children and Adults. Journal of Experimental Child Psychology. 1999; 73 (3): 208–42.
13. Carreiras M., Mechelli A., Price C.J. Effect of word and syllable frequency on activation during lexical decision and reading aloud. Human Brain Mapping. 2006; 27 (12): 963–72.
14. Cholin J., Levelt W.J.M., Schiller N.O. Effects of syllable frequency in speech production. Cognition. 2006; 99 (2): 205–35.
15. Coltheart M. Modelling reading: the dual route approach. In M.J. Snowling, C. Hulme (Eds.) The science of reading: A handbook. Oxford: Blackwell; 2005: 6–23.
16. Croot K., Rastle K. Is there a syllabary containing stored articulatory plans for speech production in English; 2004 (Proc. of the 10th Australian International Conference on Speech Science and Technology, Macquarie University, Sydney, 8–10 December): 376–81.
17. Frith U. Beneath the surface of developmental dyslexia. In K.E. Patterson, J.C. Marshall, M. Coltheart (Eds.). London: Routledge & Kegan Paul, 1985.
18. Frost R. Toward a Strong Phonological Theory of Visual Word Recognition: True Issues and False Trails. Psychol Bull. 1998; 123 (1): 71–99.
19. Frost R. Towards a universal model of reading. Behaviour and Brain Science. 2012; 35 (5): 263–79.
20. Grainger J., Lete B., Bertand D., Dufau S., Ziegler J.C. Evidence for multiple routes in learning to read. Cognition. 2012; 123 (2): 280–92.
21. Hutzler F., Conrad M., Jacobs A.M. Effects of syllable-frequency in lexical decision and naming: an eye-movement study. Brain Lang. 2005; 92 (2): 138–52.
22. Kornev A.N., Rakhlin N., Grigorenko E.L. Dyslexia From a Cross-Linguistic and Cross-Cultural Perspective: The Case of Russian and Russia. Learning Disabilities: A Contemporary Journal 2010; 8 (1): 51–78.
23. Larson K. The Science of Word Recognition. Advanced Reading Technology, Microsoft.
24. Maionchi-Pino N., Magnan A., Écalte J. Syllable frequency effects in visual word recognition: Developmental approach in French children. Journal of Applied Developmental Psychology. 2010; 31 (1): 70–82.
25. Oganian Y., Ahissar M. Poor anchoring limits dyslexics' perceptual, memory, and reading skills. Neuropsychologia. 2012; 50 (8): 1895–1905.
26. Perry C., Ziegler J.C., Zorzi M. Beyond single syllables: large-scale modeling of reading aloud with the Connectionist Dual Process (CDP++) model. Cognitive Psychology. 2010; 61 (2): 106–51.
27. Ratcliff R., McKoon J. The Diffusion Decision Model: Theory and Data for Two-Choice Decision Tasks. Neural Comput. 2008; 20 (4): 873–922.
28. Share D.L. Phonological Recoding and Orthographic Learning: A Direct Test of the Self-Teaching Hypothesis. Journal of Experimental Child Psychology. 1999; 72 (2): 95–129.
29. Vellutino F.R., Tunmer W.E., Jaccard J.J., Chen R.S. Components of Reading Ability: Multivariate Evidence for a Convergent Skills Model of Reading Development. Scientific studies of reading. 2007; 11 (1): 3–32.
30. Wolter J., Apel K. Initial acquisition of mental graphemic representations in children with language impairment. Journal of Speech and Hearing Research. 2010; 53 (1): 279–95.

FORMATION OF SENSORIMOTOR MECHANISMS IN SYLLABLE PRODUCTION DURING THE INITIAL STAGE OF READING ACQUISITION

Kornev A.N., Stoljarova E.I., Galperina E.I., Guillemard D.M.

◆ **Resume.** Cognitive mechanisms of reading skills in children are not well understood. With regard to the Russian language this question has not been studied at all. Due to the nature of Russian language a central position in the development of reading skill takes sounds blending into syllable. The paper

deals with longitudinal evaluation of phonetic and temporal characteristics of sounds blending into syllable in Russian-speaking 1st grade pupils (7 years old) during the initial stage of reading acquisition (namely, the subjects were not yet able to read whole words). The hypothesis of this study is the assumption of co-existence of a few individual-typological strategies of mastering the reading skills. The experiment involved 40 pupils that have not yet mastered the skill of reading whole words to the beginning of training in first class. The study was conducted individually and consisted of two types of tests: I – reading stimuli (letters, syllables, words, pseudowords) and II – the repetition of similar auditory stimuli. Phonogram was analyzed by the software PRAAT 5.2.16, Gold Wave and original computer program. Timing and phonetic characteristics of reading letters and syllables (CV, VC) were estimated, also simultaneity recognition index of syllable in children was calculated. There were statistically significant differences in the basic phonetic and temporal characteristics between the results at the beginning of 1 grade (E1) and after 3 months (E2). Individual qualitative and quantitative typological peculiarities were shown that during the reading skills development children turn from sequential to parallel mode of graphic syllable processing and synthesis of phonetic syllable. Individual strategies and schemes in reading development among the 1st grade pupils are also discussed in the paper.

◆ **Key words:** reading; acquisition; syllable; articulation; phonetics; individual strategies.

REFERENCES

1. Bernshteyn N.A. Fiziologiya dvizheniy i aktivnost' [Physiology of movements and activity]. M.: Nauka; 1990.
2. Vygotskiy L.S. Myshlenie i rech' [Thinking and speech]. Sobranie sochineniy v 6 tt. T. 2, M.: Pedagogika. 1982.
3. Guziy Yu.A. Stanovlenie tekhnicheskoy i smyslovoy storony chteniya «pro sebya» u mladshikh shkol'nikov s trudnostyami formirovaniya navyka [The development of technical and conceptual side read «about myself» in primary school children with difficulties developing skills]. Vestnik KGU im. N.A. Nekrasova. 2007; 13 (2): 58–62.
4. Egorov T.G. Psikhologiya ovladeniya navykom chteniya [The psychology of mastering the skill of reading]. 2-e izd. M.: Karo; 2006.
5. Kornev A.N. Disleksiya i disgrafiya u detey [Dyslexia and dysgraphia in children]. M.: Meditsina; 1995.
6. Kornev A.N. Narusheniya chteniya i pis'ma u detey [Disorders of reading and writing in children]. SPb.: Rech'; 2003.
7. Selezneva L.B. Sovremennoe russkoe pis'mo: kategorii i edinitsy [Modern Russian writing: categories and units]. M.: Vysshaya shkola; 2004.
8. Sokolov A.N. Vnutrennyaya rech' i myshlenie [Inner speech and thinking]. M.: LKI; 2007.
9. Solso R.L. Kognitivnaya psikhologiya [Cognitive psychology]. 6-e izd. SPb.: Piter; 2006.
10. El'konin D.B. Nekotorye voprosy psikhologii usvoeniya gramoty [Some aspects of the psychology of learning letters]. Voprosy psikhologii. 1956; 5: 51–59.
11. Alexander P.A., Fox E.A. Historical Perspective on Reading Research and Practice In: Alvermann D.A., Unrau N.J., Ruddell R.B. (Eds.) Theoretical Models and Processes of Reading: International Reading Association. Newark (6th ed.). 2013: 33–68.
12. Brown G.D.A., Deavers R.P. Units of Analysis in Nonword Reading: Evidence from Children and Adults. Journal of Experimental Child Psychology. 1999; 73 (3): 208–42.
13. Carreiras M., Mechelli A., Price C.J. Effect of word and syllable frequency on activation during lexical decision and reading aloud. Human Brain Mapping. 2006; 27 (12): 963–72.
14. Cholin J., Levelt W.J.M., Schiller N.O. Effects of syllable frequency in speech production. Cognition. 2006; 99 (2): 205–35.
15. Coltheart M. Modelling reading: the dual rout approach. In M.J. Snowling, C. Hulme (Eds.) The science of reading: A handbook. Oxford: Blackwell; 2005: 6–23.
16. Croot K., Rastle K. Is there a syllabary containing stored articulatory plans for speech production in English; 2004 (Proc. of the 10th Australian International Conference on Speech Science and Technology, Macquarie University, Sydney, 8–10 December): 376–81.
17. Frith U. Beneath the surface of developmental dyslexia. In K.E. Patterson, J.C. Marshall, M. Coltheart (Eds.). London: Routledge & Kegan Paul, 1985.
18. Frost R. Toward a Strong Phonological Theory of Visual Word Recognition: True Issues and False Trails. Psychol Bull. 1998; 123 (1): 71–99.
19. Frost R. Towards a universal model of reading. Behaviour and Brain Science. 2012; 35 (5): 263–79.
20. Grainger J., Lete B., Bertand D., Dufau S., Ziegler J.C. Evidence for multiple routes in learning to read. Cognition. 2012; 123 (2): 280–92.
21. Hutzler F., Conrad M., Jacobs A.M. Effects of syllable-frequency in lexical decision and naming: an eye-movement study. Brain Lang. 2005; 92 (2): 138–52.
22. Kornev A.N., Rakhlin N., Grigorenko E.L. Dyslexia From a Cross-Linguistic and Cross-Cultural Perspective: The Case of Russian and Russia. Learning Disabilities: A Contemporary Journal 2010; 8 (1): 51–78.
23. Larson K. The Science of Word Recognition. Advanced Reading Technology, Microsoft.
24. Maïonchi-Pino N., Magnan A., Écalte J. Syllable frequency effects in visual word recognition: Developmental approach in French children. Journal of

- Applied Developmental Psychology. 2010; 31 (1): 70–82.
25. Oganian Y., Ahissar M. Poor anchoring limits dyslexics' perceptual, memory, and reading skills. *Neuropsychologia*. 2012; 50 (8): 1895–1905.
 26. Perry C., Ziegler J.C., Zorzi M. Beyond single syllables: large-scale modeling of reading aloud with the Connectionist Dual Process (CDP++) model. *Cognitive Psychology*. 2010; 61 (2): 106–51.
 27. Ratcliff R., McKoon J. The Diffusion Decision Model: Theory and Data for Two-Choice Decision Tasks. *Neural Comput.* 2008; 20 (4): 873–922.
 28. Share D.L. Phonological Recoding and Orthographic Learning: A Direct Test of the Self-Teaching Hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*. 1999; 72 (2): 95–129.
 29. Vellutino F.R., Tunmer W.E., Jaccard J.J., Chen R.S. Components of Reading Ability: Multivariate Evidence for a Convergent Skills Model of Reading Development. *Scientific studies of reading*. 2007; 11 (1): 3–32.
 30. Wolter J., Apel K. Initial acquisition of mental graphemic representations in children with language impairment. *Journal of Speech and Hearing Research*. 2010; 53 (1): 279–95.

◆ Информация об авторах

Корнев Александр Николаевич — канд. мед. наук, д-р психол. наук, профессор каф. общей и прикладной психологии; зав. лабораторией нейрокогнитивных технологий НИЦ. ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России. 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. E-mail: k1949@ya.ru.

Столярова Эльвира Ивановна — канд. биол. наук, старший научный сотрудник. ФГБУН Институт Физиологии им. И.П. Павлова. 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 6. E-mail: elvirast74@gmail.com.

Гальперина Елизавета Иосифовна — канд. биол. наук, зав. НИЦ. ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России. 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. E-mail: Galperina-e@yandex.ru.

Гийемар Диана Михайловна — канд. биол. наук, старший научный сотрудник. ФГБУН Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН. 194223, Санкт-Петербург, пр-т. Тореза, д. 44. E-mail: Diana-tsap@yandex.ru.

Kornev Alexandr Nikolayevitch — MD, PhD, Professor of General and Applied Psychology Dept., Head of the Lab for applied neurocognitive researches. Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2, Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russia. E-mail: k1949@ya.ru.

Stoljarova Elvira Ivanovna — PhD, Senior Researcher. Pavlov Institute of Physiology. 6, naberezhnaya Makarova, St. Petersburg, 199034, Russia. E-mail: elvirast74@gmail.com.

Galperina Elizaveta Iosifovna — PhD, Head of the Research center Senior Researcher. Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2, Litovskaya St., St. Petersburg, 194100, Russia. E-mail: Galperina-e@yandex.ru.

Guillemard Diana Mikhailovna — PhD, Senior Researcher. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry. 44, pr. Toreza, St. Petersburg, 194223, Russia. E-mail: Diana-tsap@yandex.ru.