

## РАЗНОЕ

УДК 159.946.4

О.В. Кузева<sup>1, 2</sup>, А.А. Романова<sup>1</sup>, А.А. Корнеев<sup>3</sup>, Т.В. Ахутина<sup>3</sup>НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СТАНОВЛЕНИЯ  
ГРАФОМОТОРНЫХ НАВЫКОВ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ<sup>1</sup> Центр психолого-педагогической помощи «Юго-Запад» (Москва)<sup>2</sup> Московский городской психолого-педагогический университет (Москва)<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Москва)

*Функции серийной организации движений и действий и их роль в формировании и развитии графомоторных навыков (в частности, письма) у младших школьников (193 ученика 1-х и 3-х классов) исследовались с помощью традиционных нейропсихологических и новых компьютерных проб. Это позволило проследить процессы автоматизации графомоторного навыка в норме и описать специфические сложности осуществления графомоторной деятельности у детей с трудностями обучения.*

**Ключевые слова:** детская нейропсихология, серийная организация движений и действий, автоматизация навыка, графомоторная деятельность, письмо

NEUROPSYCHOLOGICAL ANALYSIS OF PECULIARITIES OF FORMATION  
OF GRAPHOMOTOR SKILLS IN PRIMARY SCHOOL CHILDRENO.V. Kuzeva<sup>1</sup>, A.A. Romanova<sup>1</sup>, A.A. Korneev<sup>2</sup>, T.V. Akhutina<sup>2</sup><sup>1</sup> Centre of Psychological and Pedagogical Aid "Yugo-Zapad", Moscow<sup>2</sup> Moscow Municipal Psychological and Pedagogical University, Moscow<sup>3</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow

*Functions of serial organization of movements and actions and their role in the formation and development of graphomotor skills (writing in particular) in primary school children (193 pupils of 1<sup>st</sup> and 3<sup>d</sup> grades) were investigated using traditional neuropsychological and new computerized methods. It allowed to trace the processes of automatization of graphomotor skill in normally developed children and to describe specific difficulties of graphomotor activity in children with learning disabilities.*

**Key words:** children neuropsychology, serial organization of movements and actions, automatized skill, graphomotor activity, writing

## ВВЕДЕНИЕ

Формирование двигательного навыка – сложный процесс. Если новая серия движений состоит из отдельных произвольно контролируемых звеньев, то по мере автоматизации движения произвольный контроль за исполнением каждого из звеньев снижается, темп выполнения движений увеличивается, количество ошибок уменьшается (Берштейн Н.А., 1947; Курганский А.В., Григал П.П., 2009; Duchene R. et al., 1991; Volman M., 1997). Автоматизация графомоторных навыков подчиняется тем же законам. Для того чтобы простейшие графомоторные навыки со временем превратились в сложную функциональную систему письма, необходим достаточный уровень развития всех структурно-функциональных компонентов ВПФ и в особенности «передних» функций – функций программирования и контроля и серийной организации движений (Лурия А.Р., 1969; Ахутина Т.В., 2001 и др.).

Исследователи отмечают, что при нормативном развитии показателями сформированности письменного навыка являются: отсутствие поэлементной

сознательной регуляции и контроля, ритмичность и плавность выполнения, значительное увеличение скорости письма (Бернштейн Н.А., 1947; Лурия А.Р., 1950; Безруких М.М., Любомирский Л.Е., 2000; Боркова Т.Н., Орлова Н.Т., 2003; Сальникова Т.П., 2007; Overvelde A., Hulstijn W., 2010). В случае трудностей формирования двигательного навыка письмо детей характеризуется замедленным темпом, высокой энергоемкостью, наличием специфических ошибок по типу упрощения, искажения программы, инертности (Ахутина Т.В., 2001). Данные затруднения без специальной коррекционной помощи сохраняются надолго, и это еще больше осложняет процесс обучения. Понимание природы и специфики нормального формирования и нарушений в развитии графомоторных навыков может способствовать разработке коррекционно-развивающих программ, позволяющих преодолеть затруднения в обучении таких детей.

Таким образом, **целью** нашего исследования является изучение особенностей становления графомоторных навыков и влияния состояния функций

III блока мозга на процесс автоматизации этих навыков у детей в норме и с трудностями обучения.

### ВЫБОРКА

В исследовании участвовало 193 ученика 1-х и 3-х классов. Первоклассники – 104 человека (48 мальчиков, 56 девочек; средний возраст – 7,8 лет), из них 70 детей с успешной адаптацией к школе, с нормативным развитием (далее – группа нормы) и 34 ребенка с трудностями в обучении, которые, по данным опроса учителей, испытывали трудности в освоении основных школьных предметов: математики, письма, чтения (далее – группа ТО). Третьеклассники – 89 человек (36 мальчиков, 53 девочки; средний возраст – 9,7 лет), из них 62 ребенка с нормативным развитием, 27 детей с ТО.

### МЕТОДЫ

Для оценки состояния высших психических функций (ВПФ) у всех детей было проведено полное нейропсихологическое обследование (Ахутина Т.В. с соавт., 2008), по результатам которого рассчитывались интегральные показатели (нейропсихологические индексы), отражающие состояние структурно-функциональных компонентов трех блоков мозга: индексы программирования и контроля, серийной организации движений и действий, кинестетический, слухоречевой, зрительный, зрительно-пространственный, энергетический индексы. Методика подсчета индексов представлена в ряде публикаций (Ахутина Т.В. с соавт., 2000, 2012). Вычисление нейропсихологических индексов позволило количественно представить состояние структурно-функциональных компонентов ВПФ у всех групп испытуемых.

Экспериментальный метод: компьютеризированный вариант графомоторной пробы («забор») – последовательное изображение элементов  $\square \nabla \square \wedge$ . Проба выполнялась в двух вариантах: 1) пером, которое оставляет след на бумаге (далее «со следом»); 2) пером, которое не оставляет след (далее – «без следа»). Для обоих субтестов использован графический планшет, подключенный к компьютеру, что позволило фиксировать процесс выполнения в реальном времени. В обработку вошли следующие параметры:

- среднее время выполнения элемента (в мс);
- суммарная тяжесть регуляторных ошибок – сумма штрафных баллов, нормированная относительно

количества выполненных каждым испытуемым серий узора, полученная за следующие виды регуляторных ошибок: 1) «площадка» (горизонтальная линия внизу между элементами узора) с самокоррекцией – 2 балла; 2) «площадка» без самокоррекции – 3 балла; 3) расширение программы (введение в узор дополнительных элементов) – 4 балла; 4) персеверация с самокоррекцией – 5 баллов; 5) персеверация без самокоррекции – 6 баллов.

Статистическая обработка включала дисперсионный анализ для повторных измерений с одним внутригрупповым фактором «Проба» и двумя межгрупповыми – «Класс» и «Группа».

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ результатов нейропсихологического обследования показал (табл. 1):

1) у первоклассников и третьеклассников обнаружены значимые различия по всем нейропсихологическим индексам, отражающим состояние функций III и II блоков мозга (во всех случаях  $p < 0,05$ ) и субзначимые различия в состоянии функций I блока мозга ( $p = 0,058$ ) преимущественно за счет первоклассников группы ТО, показатели которых по этому параметру сравнительно хуже остальных групп испытуемых;

2) значимо худшие результаты по всем нейропсихологическим индексам у групп ТО, в сравнении с детьми с нормативным развитием (во всех случаях  $p < 0,001$ );

Обнаружены статистически значимые корреляции нейропсихологических показателей (индексов) с параметрами выполнения графомоторной пробы в группе в целом. Так, в пробе «со следом» параметр времени значимо коррелирует с индексом программирования и контроля и с индексом серийной организации движений и действий, а суммарная тяжесть регуляторных ошибок – с индексом серийной организации движений и действий. В пробе «без следа» обнаруживаются значимые корреляции обоих параметров с индексом программирования и контроля и индексом серийной организации движений (во всех случаях  $p < 0,05$ ).

Полученные данные свидетельствуют о том, что параметры компьютеризированной графомоторной пробы соответствуют оценкам функций III блока мозга: состояния функций серийной организации движений и действий и функций программирования и контроля деятельности. Таким образом, две версии компьютеризированной графомоторной пробы могут быть использованы для оценки функций III блока мозга.

Таблица 1  
Корреляции параметров графомоторной пробы с нейропсихологическими индексами

Показатель		Субтест «со следом»		Субтест «без следа»	
		Время выполнения серии узора	Суммарная тяжесть рег. ошибок	Время выполнения серии узора	Суммарная тяжесть рег. ошибок
Индекс программирования и контроля	Коэф. корреляции	<b>0,216**</b>	0,143	<b>0,299**</b>	<b>0,235**</b>
	Знач. (2-сторон.)	0,006	0,070	0,000	0,003
Индекс серийной организации движений и действий	Коэф. корреляции	<b>0,321**</b>	<b>0,200**</b>	<b>0,281**</b>	<b>0,232**</b>
	Знач. (2-сторон.)	0,000	0,009	0,000	0,003

Таблица 2

Результаты выполнения графомоторной пробы

Показатель	Среднее время выполнения элемента (субтест «со следом»)			Среднее время выполнения элемента (субтест «без следа»)			Суммарная тяжесть регуляторных ошибок (субтест «со следом»)			Суммарная тяжесть регуляторных ошибок (субтест «без следа»)		
	Норма	ТО	Всего	Норма	ТО	Всего	Норма	ТО	Всего	Норма	ТО	Всего
<b>1-й класс</b>												
Ср. знач.	5502	6027	5675	4739	5297	4923	0,64	0,99	0,76	0,27	0,52	0,35
Стд. откл.	1525	1786	1625	1245	1299	1284	0,81	1,38	1,04	0,32	0,61	0,45
<b>3-й класс</b>												
Ср. знач.	3625	5035	4046	3164	3946	3397	0,10	0,28	0,15	0,16	0,26	0,19
Стд. откл.	1177	1787	1522	908	1180	1054	0,24	0,61	0,39	0,23	0,27	0,25

Результаты сравнения результатов экспериментальной пробы у первоклассников и третьеклассников группы нормы и группы ТО представлены в таблице 2.

Анализ данных графомоторной пробы показывает значимое влияние следующих факторов:

- «Класс»: третьеклассники выполняют пробу быстрее и с меньшим количеством ошибок ( $p < 0,001$  в обоих случаях);

- «Группа»: группа ТО выполняет задание значительно медленнее ( $p < 0,001$ ) и с большим количеством ошибок ( $p = 0,007$ ), чем их сверстники, успешные в обучении;

- «Проба»: первый субтест «со следом» дети выполняют медленнее ( $p < 0,001$ ) и в целом делают больше ошибок ( $p < 0,001$ ), а ошибки в пробе «со следом» представлены преимущественно в результатах 1-го класса, что объясняет значимое влияние взаимодействий факторов «Проба» и «Класс» ( $p < 0,001$ ).

Первоклассники группы нормы выполняют первый субтест в замедленном темпе со средним количеством ошибок. Во втором субтесте время выполнения и количество ошибок значительно снижаются ( $p < 0,001$  по t-критерию Стьюдента в обоих случаях), что говорит о значительной автоматизации графомоторного навыка. В группе ТО по мере автоматизации навыка время выполнения и количество ошибок также уменьшаются, однако, в сравнении с первоклассниками с нормативным развитием, автоматизация у них происходит менее успешно: различия обоих показателей в первой и второй пробе оказываются сниженными (не значимыми). Сравнение группы нормы и ТО в 1-м классе показало, что время выполнения элемента узора значительно различается в субтесте «без следа» ( $p = 0,041$  по t-критерию Стьюдента), а количество ошибок, напротив, значительно различается в первом субтесте «со следом» ( $p = 0,032$ ). Таким образом, в выполнении задания обеими группами первоклассников немаловажную роль играет процесс автоматизации, однако в группе ТО он затруднен.

У третьеклассников группы нормы в обоих субтестах отмечается высокий темп выполнения задания и минимальное количество ошибок. В группе ТО в первом субтесте темп выполнения замедленный, по мере автоматизации навыка во втором субтесте «без следа» темп увеличивается (отличие значимо на уровне

$p < 0,001$  по t-критерию Стьюдента), а количество ошибок остается стабильно средним. Оба параметра, тем не менее, отличаются от нормативного выполнения: время выполнения значительно различается в двух группах в обоих субтестах (на уровне  $p = 0,001$  в обоих случаях), а различия в количестве ошибок достигают субзначимого уровня ( $p = 0,085$  и  $p = 0,052$  в первом и втором субтестах соответственно). Таким образом, результаты показывают, что третьеклассники с нормативным развитием легко справляются с обоими субтестами, а у детей группы ТО отмечаются затруднения в автоматизации графомоторного навыка, которые могут быть связаны со снижением в развитии функций серийной организации движений.

**ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Проведенное нами нейропсихологическое обследование позволило выявить особенности формирования структурно-функциональных компонентов ВПФ у детей с нормативным развитием и с трудностями овладения базовыми школьными навыками. Была обнаружена возрастная динамика от 1-го к 3-му классу, выразившаяся в значимых различиях состояния функций III и II блоков мозга учащихся 1-х и 3-х классов. Сравнение детей с нормативной успешностью в школе и детей с трудностями обучения, отмечаемыми учителями, показало у детей с ТО снижение показателей всех трех блоков мозга. Полученные данные согласуются с результатами исследованиями (Ахутина Т.В., 2001).

Обнаруженные значимые корреляции параметров выполнения пробы с нейропсихологическими показателями, отражающими состояние функций программирования, регуляции и контроля и функций серийной организации движений и действий, позволяют говорить о том, что используемый в нашем исследовании компьютеризированный метод (модификация графомоторной пробы) может применяться для оценки состояния данных функций.

Выполнение двух вариантов графомоторной пробы позволило проследить за процессом автоматизации графомоторного навыка у учащихся 1-х и 3-х классов с нормативным развитием и с трудностями в обучении. Было выявлено, что у детей группы ТО в 1-м классе автоматизация графомоторного навыка проходит менее успешно, чем у их нормально разви-

вающихся сверстников. Дети этой группы выполняют оба субтеста в замедленном темпе, что может быть связано как с комплексным снижением в развитии когнитивных процессов (в особенности функций III блока мозга), так и со слабостью нейродинамических характеристик, которые еще больше «нагружаются» при выполнении сложной и энергоемкой для первоклассников графомоторной деятельности. Больше, чем в норме, количество специфических ошибок, в особенности наиболее грубых (таких, как расширение программы, персеверации), которые в целом свидетельствуют о снижении функций III блока мозга, также является показателем трудностей автоматизации навыка в группе первоклассников с трудностями в обучении.

К 3-му классу у всех детей отмечаются положительные изменения в развитии и возможности автоматизации графомоторного навыка. Группа нормы показывает положительную динамику как в скорости, так и в качестве выполнения заданий. У детей группы ТО динамика парциальна: скорость выполнения ко второму субтесту увеличивается, а качество остается посредственным (стабильное количество регуляторных ошибок). Оба показателя у детей группы ТО по-прежнему значимо отстают от группы с нормативным развитием. Сходные данные были получены в ряде других исследований (Rosenblum S. et al., 2001; Hooper S.R. et al., 2002; Berninger V., 2004; Overvelde A., Hulstijn W., 2011). Таким образом, у детей с трудностями в обучении с возрастом сложности автоматизации графомоторного навыка не проходят, сохраняясь на долгое время. Напомним, что наше исследование показало в целом отставание в развитии нейропсихологических факторов у третьеклассников группы ТО в сравнении с нормой (значимые различия для функций III и II блоков мозга и субзначимые для функций I блока мозга). Это позволяет предполагать, что преодоление трудностей автоматизации графомоторного навыка (прежде всего письма) должно начинаться с формирования и развития основ когнитивной деятельности – структурно-функциональных компонентов ВПФ, причем «учебная» нагрузка должна быть оптимальной для ребенка и учитывать особенности развития энергетических компонентов деятельности. Чрезмерные тренировки и постоянное повторение однотипного материала (например, многочисленное написание одного и того же слова в течение длительного времени) не только не способствуют, но и могут навредить развитию ребенка: помимо ненужной таким детям нагрузки энергетических функций, подобные занятия не способствуют развитию регуляторных процессов и плавности переключения, а полученный навык написания слова, буквы или элемента с трудом распространяется на письмо в целом.

В целом результаты исследования показывают поступательное развитие способности к формированию графомоторных навыков у младших школьников от 1-го к 3-му классу, но у детей с ТО, несмотря на наблюдаемый прогресс, отставание от успешных третьеклассников не уменьшается, а становится более заметным на фоне достижений их сверстников.

В связи с этим выявление трудностей на ранних этапах является важным этапом в оказании помощи детям, испытывающим сложности в графомоторной деятельности.

Детальный нейропсихологический анализ полученных данных будет продолжен.

#### ВЫВОДЫ

1. Компьютеризированный вариант графомоторной пробы может быть использован для диагностики функций серийной организации движений и действий и функции программирования и контроля.
2. Учащиеся в 3-м классе выполняют графомоторную пробу быстрее и качественнее, чем первоклассники. У детей с трудностями в обучении, у которых отмечается снижение функций программирования и контроля и серийной организации движений, развитие графомоторного навыка снижено, автоматизация графомоторных движений затруднена.
3. С возрастом у детей ТО сложности в развитии и автоматизации графомоторного навыка накапливаются, что может способствовать возникновению стойких нарушений письма.

#### ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Ахутина Т.В. Трудности письма и их нейропсихологическая диагностика // Письмо и чтение: трудности обучения и коррекция / Под ред. О.Б. Иншаковой. – М.: МПСИ, 2001. – С. 7–20.  
Akhutina T.V. Writing difficulties and their neuropsychological diagnostics // Pismo i chtenie: trudnosti obuchenija i korrekcija / Ed. by O.B. Inshakova. – Moscow, 2001. – P. 7–20. (in Russian)
2. Ахутина Т.В., Матвеева Е.Ю., Романова А.А. Применение лурьевского принципа синдромного анализа в обработке данных нейропсихологического обследования детей с отклонениями в развитии // Вестник Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. – 2012. – № 2. – С. 84–95.  
Akhutina T.V., Matveeva E.Yu., Romanova A.A. Application of the Luria's principles of syndromic analysis in data processing of neuropsychological study of children with developmental disabilities // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 14. Psihologija. – 2012. – N 2. – P. 84–95. (in Russian)
3. Ахутина Т.В., Яблокова Л.В., Полонская Н.Н. Нейропсихологический анализ индивидуальных различий у детей: параметры оценки // Нейропсихология и психофизиология индивидуальных различий / Под ред. Е.Д. Хомской, В.А. Москвина. – Москва – Оренбург, 2000. – С. 132–152.  
Akhutina T.V., Yablokova L.V., Polonskaya N.N. Neuropsychological analysis of individual differences in children: evaluation parameters // Neiropsihologija i psihofiziologija individual'nyh razlichij / Ed. by E.D. Khomskaya, V.A. Moskvina. – Moscow – Orenburg, 2000. – P. 132–152. (in Russian)
4. Безруких М.М., Любомирский Л.Е. Возрастные особенности организации и регуляции произвольных движений у детей и подростков // Физиология развития ребенка. – 2000. – 319 с.  
Bezrukikh M.M., Lyubomirsky L.E. Age peculiarities of the organization and regulation of voluntary movements

of children and adolescents // *Fiziologija razvitija rebenka*. – 2000. – 319 p. (in Russian)

5. Бернштейн Н.А. О построении движений. – М.: Медгиз, 1947. – 450 с.

Bernstein N.A. To the motion synthesis. – Moscow: Medgiz, 1947. – 450 p. (in Russian)

6. Боркова Т.Н., Орлова Н.Т. Однотипные движения в почерке. – М.: Белый город, 2003.

Borkova T.N., Orlova N.T. Homotypic movements in handwriting. – Moscow: Belyj gorod, 2003.

7. Курганский А.В., Григал П.П. Выполнение серий движений, задаваемой последовательностью сенсорных сигналов. Индивидуальные различия в характере начальной стадии серийного научения // *Ж. высшей нервной деятельности*. – 2009. – Т. 59, № 5. – С. 540–552.

Kurganskiy A.V., Grigal P.P. Performing series of movements defined by the sequence of sensory signals. Individual differences in the character of the initial stage of serial learning // *Zh. vysshej nervnoj dejatel'nosti*. – 2009. – Vol. 59, N 5. – P. 540–552. (in Russian)

8. Лурия А.Р. Очерки психофизиологии письма. – М., 1950. – 84 с.

Luria A.R. Essays on the psychophysiology of writing. – Moscow, 1950. – 84 p. (in Russian)

9. Нейропсихологическая диагностика, обследование письма и чтения / Под ред. Т.В. Ахутиной, О.Б. Иншаковой. – М.: В. Секачев, 2008. – 132 с.

Neuropsychological diagnostics, research of writing and reading / Ed. by T.V. Akhutina, O.B. Inshakova. – Moscow: V. Sekachev, 2008. – 132 p. (in Russian)

10. Сальникова Т.П. Педагогические технологии. – М.: ТЦ Сфера, 2007. – 128 с.

Salnikova T.P. Pedagogical technologies. – Moscow: TC Sfera, 2007. – 128 p. (in Russian)

11. Berninger V. Understanding the graphia in developmental dysgraphia: A developmental neuropsychological perspective for disorders in producing written language // *Developmental motor disorders: A neuropsychological perspective* / Ed. by D. Dewey, D.E. Tupper. – N.-Y.: The Guilford Press, 2004. – P. 189–233.

12. Duchene R., Ramaekers G., Njioiktjen C., Vranken M. Sensorymotor development II: Bimanual movements as a timed manoeuvre // *Pediatric behavioral neurology* / Ed. by G. Ramaekers, C. Njioiktjen. – Amsterdam: Suyi Publications, 1991. – Vol. 3. – P. 129–162.

13. Hooper S.R., Swartz C.W., Wakely M.B. et al. Executive functions in elementary school children with and without problems in written expression // *J. Learning Disabil.* – 2002. – Vol. 35 (1). – P. 57–68.

14. Overvelde A., Hulstijn W. Handwriting development in grade 2 and grade 3 primary school children with normal, at risk, or dysgraphic characteristics // *Research in Developmental Disabilities*. – 2011. – Vol. 32. – P. 540–548.

15. Rosenblum S., Parush S., Weiss P. Temporal measures of poor and proficient handwriters // *Proceedings of the Tenth biennial conference of the International Graphonomics Society*. – Nijmegen: University of Nijmegen, 2001. – P. 119–125.

16. Volman M. Rhythmic coordination dynamics in children with and without a developmental coordination disorder. – 1997.

#### Сведения об авторах

**Кузева Ольга Владимировна** – педагог-психолог Центра психолого-педагогической помощи «Юго-Запад» (117342, г. Москва, ул. Генерала Антонова, д. 5А; тел.: 8 (495) 334-49-97; e-mail: xelgakyz@gmail.com)

**Романова Антонина Александровна** – кандидат психологических наук, педагог-психолог Центра психолого-педагогической помощи «Юго-Запад»

**Корнеев Алексей Андреевич** – кандидат психологических наук, старший научный сотрудник лаборатории нейропсихологии факультета психологии Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

**Ахутина Татьяна Васильевна** – доктор психологических наук, профессор, заведующая лабораторией нейропсихологии факультета психологии Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

#### Information about the authors

**Kuzeva Olga Vladimirovna** – education psychologists of the Centre of Psychological and Pedagogical Aid “Yugo-Zapad” (General Antonova str., 5A, Moscow, 117342; tel.: +7 (495) 334-49-97; e-mail: xelgakyz@gmail.com)

**Romanova Antonina Aleksandrovna** – Candidate of Psychological Sciences, education psychologists of the Centre of Psychological and Pedagogical Aid “Yugo-Zapad”

**Korneev Alexey Andreevich** – Candidate of Psychological Sciences, Senior Research Officer of the Laboratory of Neuropsychology of the Faculty of Psychology of Lomonosov Moscow State University

**Akhutina Tatyana Vasilyevna** – Doctor of Psychological Sciences, professor, Head of the Laboratory of Neuropsychology of the Faculty of Psychology of Lomonosov Moscow State University