

УДК 612.821

ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ И ОКУЛОМОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ ВО ВРЕМЯ ЧТЕНИЯ У ДЕТЕЙ 7–10 ЛЕТ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ СФОРМИРОВАННОСТИ ЧИТАТЕЛЬСКОГО НАВЫКА

© 2019 г. М. М. Безруких¹, *, О. Н. Адамовская¹, В. В. Иванов¹, Т. А. Филиппова¹

¹ФГБНУ Институт возрастной физиологии РАО, Москва, Россия

*E-mail: ivfrael@yandex.ru

Поступила в редакцию 15.01.2019 г.

После доработки 07.03.2019 г.

Принята к публикации 04.04.2019 г.

В работе представлены результаты сравнительного исследования зрительного восприятия (ЗВ) и окулomotorной активности при чтении текстов различной сложности у детей 7–10 лет в зависимости от сформированности читательского навыка. Выявлены более высокие показатели ЗВ у детей с хорошо сформированным навыком чтения по сравнению с плохо читающими детьми. Основными показателями, отражающими сформированность системы ЗВ как одной из базовых основ механизма чтения, особенно на начальном этапе обучения, являются помехоустойчивость, пространственные отношения, зрительный анализ-синтез, обеспечивающие распознавание графической конфигурации слов, орфографию (порядок букв) и семантику (значение слова). Скорость лексического доступа и программирования движений глаз, точность позиционирования фиксационной точки, объем воспринимаемой символической информации и хранимых в рабочей памяти лексем и общего контекста гораздо выше у детей с большей квалификацией и читательским опытом. При чтении текста повышенного уровня сложности, выходящего за рамки текущей образовательной программы, расхождение по параметрам окулomotorной активности (продолжительности прогрессивных и установочных фиксаций, скорости и времени чтения) между группами детей с разным навыком чтения снижается.

Ключевые слова: младшие школьники, навык чтения, окулomotorная активность, зрительное восприятие.

DOI: 10.1134/S013116461906002X

Одна из важнейших задач начальной школы – формирование у детей навыка чтения, являющегося фундаментом всего последующего образования. Сформированный навык чтения включает в себя как минимум два основных компонента: технику чтения (правильное и быстрое восприятие и озвучивание слов, основанное на связи между их зрительными образами, с одной стороны, и акустическими и речедвигательными, – с другой); понимание текста (извлечение его смысла, содержания). К смысловой стороне относится понимание прочитанного и выражение своего отношения к прочитанному.

Изучение движений глаз как неотъемлемого атрибута процесса чтения позволяет выявить механизмы функционирования сопутствующих чтению когнитивных процессов. Структуры головного мозга, вовлеченные в нейронный контроль движений глаз, связаны и с обеспечением когнитивных функций [1–3], и поэтому окулomotorная активность может представлять интерес в

качестве нейрофизиологического маркера их сформированности.

Базовыми компонентами окулomotorной активности при чтении являются саккады и фиксации. Считается, что фиксации отражают процесс когнитивной обработки зрительной информации [4]. Запоминание прочитанного также может быть связано с некоторыми параметрами движений глаз, например: с амплитудой и с соотношением различных по направлению саккад, с продолжительностью фиксации взора, которая детерминируется скоростью лексической обработки, формированием и сохранением в памяти общего смысла прочитанного и программированием последующих саккад. В настоящее время известно, что по мере формирования навыка чтения уменьшается средняя продолжительность фиксации и их количество на слово, увеличивается амплитуда саккад, снижается количество их регрессивных типов [5].

Результаты многих исследований, в том числе и на основе мета-анализа, охватывающего более 160 исследований, подтверждают высокую значимость сформированности зрительного восприятия в процессе развития навыка чтения [6–10]. Зрительное восприятие (ЗВ) — сложный, комплексный процесс, включающий различные структурные компоненты. По мнению ряда авторов, на начальных этапах обучения в школе на первый план выступают такие области зрительного восприятия, как константность, пространственная ориентация, зрительно-моторные координации, помехоустойчивость [11, 12].

Учитывая, что в имеющейся литературе в основном проводится анализ трудностей формирования чтения у младших школьников в сопоставлении с нормой чтения и темпами развития зрительного восприятия в целом, сведений о несформированности отдельных компонентов ЗВ в качестве возможных нейропсихологических предикторов трудностей чтения, а также информации об особенностях окулomotorной активности у детей с разным уровнем сформированности читательского навыка, недостаточно.

Исходя из вышеизложенного, целью данного исследования является сравнительный анализ компонентов ЗВ и параметров глазодвигательной активности у младших школьников с разным уровнем сформированности навыка чтения.

МЕТОДИКА

Всего обследовали 70 детей — учеников первых и вторых классов. Все дети, согласно данным медицинских карт, относились к I–II группам здоровья. Исследование проводили с письменного разрешения родителей в первой половине дня (с 9 до 13 ч), в период наиболее успешной когнитивной деятельности.

При оценке степени сформированности навыка чтения учитывали: скорость чтения, беглость, выразительность, безошибочность, понимание прочитанного текста, умение пересказывать. Для более глубокого анализа степени сформированности навыка использовали методику оценки сформированности навыков письма и чтения у школьников 1 класса [13].

Исследование движений глаз при чтении проводили на установке *EyeGaze Analyzing System* фирмы “*Interactive Minds*”. Методика основана на бинокулярной регистрации окулomotorной активности при помощи метода видеорегистрации с элементами фотоэлектрического метода. Поставляемая в комплекте с установкой программа *NYAN* (версия 1.3.0.20), учитывая угол видеокamеры относительно вектора прямого взгляда, рассчитывает экранную позицию, в которую направлен взгляд, по результатам калибровки на основа-

нии x и y компонент смещения коронарного блика. Скорость съемки каждой видеокamеры (частота опроса) составляет 60 Гц. При переменном опросе частота составляет 120 Гц (~1 кадр в 8 мс). Средняя ошибка составляет 0.45° (0.38 см на экране). Минимальная продолжительность фиксации, регистрируемых установкой — 50 мс.

Исследование проводили с каждым ребенком индивидуально. Обследуемый садился перед экраном установки, при этом регулировали высоту стула и расстояние до экрана. Расстояние между обследуемым и экраном установки составляло 50–55 см, угловой размер прописных букв — 0.32° (19.2 угл. мин), что соответствует нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Последовательно ребенок читал вслух два текста различной психо- и морфофункциональной сложности. Средняя продолжительность чтения текста составляла от 3 до 5 мин. Продолжительность опроса также составляла от 3 до 5 мин. Перед чтением следующего текста ребенку предоставляли время для отдыха — 3 мин.

Оценку уровня развития психофизиологической зрелости детей по показателям зрительного восприятия проводилась по методике М. Фростиг [14] в модификации М.М. Безруких и Л.В. Морозовой [15]. Исследование различных компонентов зрительного восприятия включало анализ:

1. Зрительно-моторной координации; ведущий компонент — зрительно-моторная интеграция, под которой понимается способность скоординировать моторные действия с зрительно-пространственной деятельностью.

2. Фигурно-фонового различения; ведущий компонент — помехоустойчивость восприятия, под которым понимается восстановление сигналов, частично разрушенных помехами. Наиболее ярко проявляется при выделении фигуры (предмета или объекта) из фона.

3. Постоянства очертаний; ведущий компонент — константность восприятия, под которым понимается относительная устойчивость воспринимаемых признаков предметов при изменении условий зрительного восприятия.

4. Положения в пространстве; ведущий компонент — зрительно-пространственное восприятие, под которым понимается зрительное соотношение предметов по их признакам и их различия положения в пространстве по отношению друг к другу и их основным частям.

5. Пространственных отношений; ведущий компонент — зрительно-пространственное восприятие.

6. Комплексный субтест позволял оценить зрительно-пространственное восприятие и зрительный анализ, под которым понимается анализ фигуры (предмета или объекта) с неполным отра-

жением отдельных свойств и дальнейшим достраиванием полученной информации до целостного образа конкретной фигуры (предмета или объекта).

Все задания выполнялись графически каждым ребенком в ходе индивидуального тестирования. Результаты оценивали в баллах, которые затем пересчитывали по специально разработанной 10-бальной шкале.

Стимульный материал. На основе математико-статистического анализа выявлены основные значимые морфо- и психолингвистические показатели, характеризующие фактор “сложность текста” [16]. Для этого отобрали комплекс критериев: количественные характеристики текста и слов, количество лемм и абстракций, процент кратких прилагательных, глаголов в личной форме, местоимений-существительных, сложноподчиненных предложений и сложных предложений, коэффициент Колемана–Лиау, возрастной уровень, необходимый для понимания оцениваемого текста – коэффициент Флеша–Кинкэйда, коэффициент Флеша, скорректированный для русского языка [17]. Для каждого класса подготовили 2 варианта текстов различной сложности (простой и сложный) с учетом школьной программы.

Статистический анализ. Обработку количественных показателей осуществляли при помощи статистических пакетов *SPSS 13.0* и *STATISTICA 10*. Выявление степени влияния фактора “навык чтения” осуществляли при помощи факторного дисперсионного анализа (*General Linear Model*) и анализа апостериорных сравнений с учетом поправки Бонферрони. Для исследования структуры взаимосвязей показателей окулomotorной активности в процессе чтения текстов различной сложности и параметров зрительного восприятия применяли ранговый корреляционный анализ Спирмана.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Особенности зрительного восприятия у детей с разным уровнем сформированности навыка чтения. Средние показатели ЗВ и его компонентов и достоверность различий между ними у учеников 1 и 2 класса с разной степенью сформированности навыка чтения представлены в табл. 1. Исследование показало, что ЗВ достоверно отличается у детей с хорошо и плохо сформированным навыком чтения независимо от возраста ($F(2, 68) = 8.5$, $p < 0.001$). Кроме этого, в первом классе у хорошо читающих детей по сравнению с плохо читающими учениками отмечается достоверно более высокий уровень сформированности таких сложных компонентов ЗВ, как помехоустойчивость, пространственные отношения, зрительный анализ-синтез.

У всех детей независимо от возраста сформированность ЗВ в целом положительно коррелирует с навыком чтения ($r = 0.804–0.862$; $p < 0.01$). В первом классе выявлены значимые корреляции между навыком чтения и такими компонентами ЗВ, как помехоустойчивость, пространственные отношения и зрительный анализ-синтез ($r = 0.583–0.710$; $p < 0.01$), тогда как во втором классе перечисленных корреляций не отмечено. Однако результаты факторного анализа свидетельствуют о влиянии фактора “навык чтения” на показатель сформированности зрительного анализа-синтеза во втором классе ($F(1, 17) = 9.3$; $p < 0.01$).

Исследование показало, что у детей 2 класса по сравнению с 1 классом достоверно более высокие показатели сформированности ЗВ в целом и зрительно-пространственного восприятия, причем такие особенности отмечены как у хорошо читающих детей, так и у детей с плохо сформированным навыком чтения (табл. 1). Результаты многих исследований [18, 19] показали, что у более 30% младших школьников 7 лет наблюдается слабость пространственной ориентировки, нечеткость пространственных представлений, скачывающихся на успехах их учебной деятельности [18]. Наше исследование и результаты других работ [10, 19] свидетельствуют о компенсаторных возможностях системы ЗВ в этом возрасте, когда при низком уровне развития одного из компонентов ЗВ высокий уровень развития других компонентов позволяет получить достаточно хорошие результаты деятельности в целом.

Особенности окулomotorной активности у детей с разным навыком чтения. Сравнительное исследование пространственно-временных показателей окулomotorной активности при чтении текстов различной сложности выявило значительное влияние степени сформированности навыка чтения на характеристики глазодвигательной активности как в первом, так и во втором классе. Средние показатели движений глаз и достоверность различий между ними у учеников с разной степенью сформированности навыка чтения представлены в табл. 2 и 3. Основные различия между учениками с различным навыком чтения охватывают такие показатели, как продолжительность прогрессивных и установочных фиксаций, степень их вариативности, амплитуды различных типов саккад, время и скорость чтения. Так, средняя продолжительность основных прогрессивных фиксаций, во время которых происходит основной процесс восприятия символично-текстовой информации, в первом классе составляет 327–378 мс (в зависимости от сложности текста) у хорошо читающих учеников и в 1.6 раза больше (528–561 мс) у плохо читающих. Во втором классе этот показатель равен 275–292 мс у хорошо читающих и 1.3 больше (341–455 мс) у плохо читающих. Результат факторного анализа выявил до-

Таблица 1. Средние значения показателей ЗВ у учеников 1 и 2 классов с разной степенью сформированности навыка чтения

Показатели	Навык чтения		
	хорошо сформированный	плохо сформированный	значимость различий (<i>p</i>)
1 класс			
Зрительно-моторные координации	9.40 ± 0.24	8.67 ± 0.33	0.3427
Помехоустойчивость	8.80 ± 0.20	7.00 ± 0.52	0.0363
Константность	7.80 ± 0.24	7.00 ± 0.37	0.4669
Зрительно-пространственное восприятие	7.60 ± 0.24	6.83 ± 0.31	0.3273
Пространственные отношения	8.20 ± 0.20	7.33 ± 0.21	0.0253
Зрительный анализ	9.00 ± 0.32	7.33 ± 0.21	0.0020
% ЗВ	75.20 ± 1.11	52.50 ± 5.33	0.0053
2 класс			
Зрительно-моторные координации	9.63 ± 0.18	8.82 ± 0.30	0.1597
Помехоустойчивость	8.75 ± 0.31	8.18 ± 0.18	0.4322
Константность	8.63 ± 0.38	8.18 ± 0.18	0.7223
Зрительно-пространственное восприятие	9.13 ± 0.30*	8.45 ± 0.21*	0.1801
Пространственные отношения	9.13 ± 0.35	8.64 ± 0.20	0.4834
Зрительный анализ	8.63 ± 0.18	8.27 ± 0.14	0.1980
% ЗВ	84.00 ± 2.61*	75.36 ± 1.5*	0.0413

Примечание: * – достоверность различий между учащимися 1 и 2 класса при $p < 0.05$.

стверное и высокое влияние уровня сформированности навыка чтения ($p < 0.0001$) на данный показатель при чтении и простого, и сложного текстов.

Продолжительность установочных фиксаций, которые характеризуют длительность процесса смены режима восприятия от графического представления текста к восприятию текстовой информации в процессе поиска начала строки или нужного участка текста, у хорошо читающих первоклассников составляет 360–416 мс, у плохо читающих – 621–558 мс у второклассников – 318–326 мс и 409–455 мс соответственно. Таким образом, различия по данному показателю между детьми с разным навыком чтения составляет 1.5–1.7 раза в первом классе и 1.3–1.4 раза во втором. Факторный анализ выявил достоверное влияние уровня сформированности навыка чтения ($p < 0.001$) на данный показатель при чтении различных по сложности текстов. Следует отметить, что в первом классе при чтении сложного текста различия между хорошо и плохо читающими учениками составляют тенденциозный характер.

Анализ вариативности продолжительности прогрессивных и установочных фиксаций выявил их значимую ($p < 0.01$) зависимость от навыка чтения при высоком уровне вариативности (50–60%). Однако следует отметить, что во втором классе коэффициент вариации продолжи-

тельности установочных фиксаций у хорошо и плохо читающих детей не различается в при чтении как простого, так и сложного текстов, что свидетельствует о большей стабильности паттернов окулomotorной активности и повышении эффективности процесса чтения.

Амплитуда прогрессивных саккад, выполненных по ходу текста и характеризующих объем восприятия символической информации, составляет 1.44–1.60 и 1.06–1.17 угл. град (у хорошо и плохо читающих соответственно) в первом классе, 1.81–1.88 и 1.32–1.54 угл. град. во втором классе. Таким образом, диапазон воспринимаемых символов у плохо читающих первоклассников снижен на 1.2–1.3 символа ($p < 0.001$ для простого текста, $p < 0.01$ для сложного текста), у второклассников – на 1.0–1.5 символа ($p < 0.0001$).

Также отмечено достоверное ($p < 0.01$) влияние навыка чтения на амплитуду саккад, выполненных в обратную сторону – регрессий. Средняя амплитуда регрессивных саккад составляет 1.27–1.33 угл. град у хорошо читающих первоклассников, 0.96–1.02 – у плохо читающих, 1.47–1.5 и 1.19–1.26 угл. град у хорошо и плохо читающих второклассников соответственно. Относительное количество регрессивных саккад по отношению к прогрессивным не зависит от навыка чтения и составляет 14–15% в первом классе и 13–16% во втором классе.

Таблица 2. Средние значения показателей окулomotorной активности у учеников 1 класса с разной степенью сформированности навыка чтения

Показатели	Навык чтения		
	хорошо сформированный	плохо сформированный	значимость различий (<i>p</i>)
Текст “Простой”			
Продолжительность прогрессивных фиксаций, мс	327.28 ± 9.36	527.72 ± 20.91	0.0000
Продолжительность установочных фиксаций, мс	360.37 ± 21.20	620.95 ± 50.36	0.0001
Продолжительность строковых фиксаций, мс	231.22 ± 11.47	223.37 ± 9.4	1.0000
Амплитуда прогрессивных саккад, угл. град	1.60 ± 0.10	1.17 ± 0.03	0.0002
Амплитуда регрессивных саккад, угл. град	1.33 ± 0.07	1.02 ± 0.02	0.0005
Процент регрессий	13.90 ± 0.78	13.98 ± 1.22	1.0000
Время чтения, м	2.60 ± 0.18	5.40 ± 0.33	0.0000
Скорость чтения (символов в секунду)	5.48 ± 0.36	2.55 ± 0.14	0.0000
Коэф. вариаци. продолж. прогрессивных фиксаций	59.66 ± 3.03	71.00 ± 1.75	0.0078
Коэф. вариаци. продолж. установочных фиксаций	48.05 ± 3.27	68.77 ± 4.39	0.0081
Коэф. вариаци. продолж. строковых фиксаций	60.19 ± 4.89	65.62 ± 6.87	1.0000
Коэф. вариаци. амплитуды прогрессивных саккад	51.28 ± 1.48	47.49 ± 1.73	1.0000
Коэф. вариаци. амплитуды регрессивных саккад	61.81 ± 1.34	62.07 ± 2.56	0.1041
Текст “Сложный”			
Продолжительность прогрессивных фиксаций, мс	378.38 ± 14.95	561.39 ± 34.58	0.0002
Продолжительность установочных фиксаций (мс)	415.70 ± 24.03	557.79 ± 60.52	0.0661
Продолжительность строковых фиксаций, мс	209.85 ± 9.37	231.66 ± 13.20	0.8656
Амплитуда прогрессивных саккад, угл. град	1.44 ± 0.11	1.06 ± 0.03	0.0016
Амплитуда регрессивных саккад, угл. град	1.27 ± 0.07	0.96 ± 0.04	0.0024
Процент регрессий	14.53 ± 0.58	15.01 ± 1.32	1.0000
Время чтения, м	3.57 ± 0.33	5.31 ± 0.67	0.0458
Скорость чтения (символов в секунду)	4.27 ± 0.43	2.14 ± 0.18	0.0001
Коэф. вариаци. продолж. прогрессивных фиксаций	62.43 ± 2.16	74.66 ± 3.31	0.0124
Коэф. вариаци. продолж. установочных фиксаций	51.99 ± 3.59	80.11 ± 5.87	0.0010
Коэф. вариаци. продолж. строковых фиксаций	55.66 ± 7.18	64.78 ± 8.04	0.9783
Коэф. вариаци. амплитуды прогрессивных саккад	56.52 ± 4.07	50.79 ± 2.84	0.5303
Коэф. вариаци. амплитуды регрессивных саккад	61.37 ± 1.58	71.21 ± 5.45	0.1794

Анализ амплитуд саккад выявил, что в первом классе за единичную фиксацию плохо читающие дети воспринимают в среднем 3.0–3.5 символа, а хорошо читающие уже 4.0–4.5. С учетом того, что в тексте преобладают 4–5 буквенных слова и наличие 13–15-процентного соотношения прогрессивных и регрессивных типов саккад, можно сделать вывод о преобладании послогового восприятия слов у первоклассников с недостаточно сформированным навыком чтения. У хорошо читающих первоклассников послоговое восприятие сохраняется при чтении длинных слов. Во втором классе наблюдается схожая картина глазодвигательной активности: восприятие длинных слов по слогам как у хорошо, так и у плохо читающих детей, и более уверенное (часто за единичную фик-

сацию) коротких 3–4 символьных слов у учеников с хорошо развитым навыком чтения.

Значимое влияние навыка чтения отмечается и при анализе интегративных показателей глазодвигательной активности. Так, скорость чтения, измеряемая в символах в секунду, в первом классе составляет 4.3–5.5 у хорошо читающих детей, тогда как у плохо читающих детей этот показатель ниже в 2.0–2.1 раза (2.1–2.6 символа). Во втором классе различия между хорошо и плохо читающими учениками меньше в 1.4–1.8, а скорость чтения составляет соответственно 7.6–7.8 и 4.3–5.5 символа в секунду. Таким образом, общее время чтения у учеников с достаточно сформированным навыком чтения ниже как в первом, так и

Таблица 3. Средние значения показателей окуломоторной активности у учеников 2 класса с разной степенью сформированности навыка чтения

Показатели	Навык чтения		
	хорошо сформированный	плохо сформированный	значимость различий (<i>p</i>)
Текст “Простой”			
Продолжительность прогрессивных фиксаций, мс	275.42 ± 11.98	341.32 ± 8.03	0.0002
Продолжительность установочных фиксаций, мс	326.49 ± 15.14	409.43 ± 15.10	0.0057
Продолжительность строковых фиксаций, мс	220.76 ± 12.85	214.43 ± 7.18	1.0000
Амплитуда прогрессивных саккад, угл. град	1.88 ± 0.06	1.54 ± 0.06	0.0001
Амплитуда регрессивных саккад, угл. град	1.50 ± 0.05	1.26 ± 0.05	0.0094
Процент регрессий	13.16 ± 1.45	14.33 ± 1.52	1.0000
Время чтения, м	2.00 ± 0.07	3.01 ± 0.20	0.0000
Скорость чтения (символов в секунду)	7.81 ± 0.28	5.47 ± 0.51	0.0000
Коэф. вариаци. продолж. прогрессивных фиксаций	52.40 ± 1.82	59.31 ± 2.17	0.0240
Коэф. вариаци. продолж. установочных фиксаций	49.24 ± 2.77	47.72 ± 2.31	1.0000
Коэф. вариаци. продолж. строковых фиксаций	60.07 ± 4.08	60.53 ± 5.66	1.0000
Коэф. вариаци. амплитуды прогрессивных саккад	48.69 ± 1.31	49.00 ± 0.70	1.0000
Коэф. вариаци. амплитуды регрессивных саккад	56.32 ± 1.65	57.52 ± 2.23	1.0000
Текст “Сложный”			
Продолжительность прогрессивных фиксаций, мс	291.72 ± 12.70	382.20 ± 17.51	0.0003
Продолжительность установочных фиксаций, мс	318.16 ± 14.87	455.07 ± 21.36	0.0000
Продолжительность строковых фиксаций, мс	202.04 ± 11.25	202.90 ± 8.06	1.0000
Амплитуда прогрессивных саккад, угл. град	1.81 ± 0.07	1.32 ± 0.05	0.0000
Амплитуда регрессивных саккад, угл. град	1.47 ± 0.05	1.19 ± 0.05	0.0005
Процент регрессий	14.85 ± 1.24	16.06 ± 1.27	1.0000
Время чтения, м	2,39 ± 0.1	4.48 ± 0.41	0.0000
Скорость чтения (символов в секунду)	7.62 ± 0.34	4.30 ± 0.35	0.0000
Коэф. вариаци. продолж. прогрессивных фиксаций	54.02 ± 1.62	64.00 ± 1.92	0.0011
Коэф. вариаци. продолж. установочных фиксаций	46.93 ± 3.38	53.27 ± 3.07	0.6050
Коэф. вариаци. продолж. строковых фиксаций	47.87 ± 2.95	67.92 ± 6.37	0.0203
Коэф. вариаци. амплитуды прогрессивных саккад	51.52 ± 1.14	50.38 ± 1.2	1.0000
Коэф. вариаци. амплитуды регрессивных саккад	64.46 ± 2.50	62.64 ± 2.19	1.0000

во втором классе. При этом наблюдается дифференциация при чтении текстов различной сложности. В первом классе плохо читающие ученики читали простой текст в 2.1 раза медленнее, сложный – в 1.5 раза. Во втором классе – в 1.5 раза и в 1.9 раза соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Зрительное восприятие определяется как способность глаза воспринимать информацию и интерпретировать ее. Это не просто видение, а перевод визуальных образов в информацию, которую мозг может запомнить, организовать, распознать и использовать. Это позволяет детям понять, что

означает изображение, например, распознать буквы, слова.

Данные нашего исследования показали, что сформированность ЗВ положительно коррелирует с навыком чтения, что согласуется с результатами многих исследований, показавших, что ЗВ является предиктором уровня чтения и готовности к обучению чтению [6, 20]. Также отмечена высокая взаимосвязь навыка чтения с такими пространственно-временными параметрами окуломоторной активности, как продолжительность прогрессивных и установочных фиксаций, амплитудой саккад, скоростью и временем чтения, что соответствует общей тенденции формирования данной познавательной способности [21, 22].

Печатная (письменная) информация имеет несколько характеристик, которые делают возможным чтение. Эти характеристики включают графическую конфигурацию слова, орфографию (порядок букв), фонологию (порядок звуков) и семантику (значение слова). При становлении навыка чтения дети впервые сталкиваются с визуальной конфигурацией и орфографией печатного слова, для правильного их распознавания важное значение имеет сформированность зрительной памяти и зрительного восприятия в целом, что подтверждается экспериментальными данными, доказывающими определяющую роль зрительных процессов для будущего навыка чтения в раннем школьном возрасте [23].

На начальных этапах становления навыка чтения, чтобы понять значение слова, ребенок должен разбить написанное слово на составляющие его фонемы (фонологию), удерживать их в активной рабочей памяти, а затем синтезировать фонемы, обеспечивающих доступ к его лексическому значению. Чтение и понимание предложений (текстов) требует развития еще двух параметров: знания правил построения предложения (порядок слов) и синтаксиса (грамматическая структура) [24]. Совершенствование данных операций возможно лишь при достаточной сформированности зрительного различения, зрительного внимания и зрительной памяти [7, 25].

В данном исследовании на начальном этапе становления навыка чтения (в первом классе) выявлены значимые корреляции между навыком чтения и такими сложными компонентами ЗВ, как помехоустойчивость, пространственные отношения и зрительный анализ-синтез. Помехоустойчивость ЗВ позволяет выделить сигнал из шума и способствует правильному выделению фигуры из окружения (буквы из слова, объекта из сложного рисунка и т.п.). Аналитико-синтетическая зрительная деятельность требует координации, точности, интеграции зрительных и моторных функций, т.е. связана с процессами произвольного контроля и внимания [20, 26]. Зрительно-пространственное восприятие – компонент зрительной деятельности, обуславливающий ориентацию человека в двух- и трехмерном пространстве и в собственном теле. От точности восприятия двухмерных пространственных отношений зависит способность ребенка к овладению школьно-значимыми навыками письма и чтения [27]. Необходимо отметить, что нарушения этой функции у детей чаще всего встречаются в комплексе с трудностями помехоустойчивости и константности ЗВ и вызывают сходные по характеру трудности.

Исследование показало, что ученики с различным навыком чтения воспринимают слова по-разному. В зависимости от уровня сформированности дети воспринимают визуальный образ сло-

ва либо складывая его из отдельных символов или слогов, либо целиком в зависимости от его длины. Для хорошо читающих детей первого класса характерно целостное восприятие коротких слов, состоящих из одного-двух слогов. По мере формирования читательского навыка, в процессе многократного закрепления вышеописанных операций слово воспринимается в целом (как гештальт), а не буква за буквой, и добавляется к растущему “зрительному” словарю ребенка, при этом декодирование занимает меньше времени и доходит до автоматизма [28]. Согласно нашему анализу глазодвигательной активности, во втором классе возрастает как объем воспринимаемых за единичную фиксацию символов, так и скорость их обработки и программирование последующих саккад.

Отсутствие корреляционных связей между навыком чтения и компонентами ЗВ во втором классе можно объяснить увеличением у детей “зрительного” словарного запаса по сравнению с первоклассниками, а также совершенствованием ЗВ и его компонентов с возрастом. Было установлено, что у детей к 9–10-летнему возрасту отмечена качественная перестройка в системе зрительного восприятия: генерализованное однотипное реагирование заменяется на регионарно-специфический анализ и переработку стимула в разных зонах коры головного мозга, решающее значение в опознании зрительных стимулов принадлежит нижнетеменным и лобным отделам коры. Включение префронтальных отделов коры определяет системную организацию зрительного восприятия, его функциональный характер и обеспечивает способность к различию зрительных стимулов по информационной значимости [29]. Кроме того, у детей 9–10 лет по сравнению с детьми 7–8 лет отмечено большее вовлечение префронтальной коры в осуществлении зрительно-пространственной рабочей памяти, что сказывается на более высоких показателях ее реализации [30]. Таким образом, морфофункциональная незрелость префронтальной коры, отмечаемая у детей 7–8 лет по сравнению с детьми 9–10 лет, является важным фактором, определяющим специфику мозговой организации зрительного восприятия и особенностей окулomotorной активности в этом возрасте.

ВЫВОДЫ

1. Данное исследование подтверждает значимость сформированности зрительного восприятия как базовой основы навыка чтения.
2. Основными показателями, отражающими сформированность системы зрительного восприятия как одной из базовых основ механизма чтения, особенно на начальном этапе обучения, являются помехоустойчивость, пространственные

отношения, зрительный анализ-синтез, обеспечивающие распознавание графической конфигурации слов, орфографию (порядок букв) и семантику (значение слова).

3. Выделены критерии сформированности навыка чтения по следующим параметрам окулomotorной активности: низкие значения продолжительности прогрессивных и установочных фиксаций, общего времени чтения, высокие значения амплитуды саккад и скорости восприятия символов.

4. Скорость лексического доступа и программирования движений глаз, точность позиционирования фиксационной точки, объем воспринимаемой символической информации и хранимых в рабочей памяти лексем и общего контекста гораздо выше у детей с большей квалификацией и читательским опытом.

5. При чтении текста повышенного уровня сложности, выходящего за рамки текущей образовательной программы, расхождение по параметрам окулomotorной активности (продолжительности прогрессивных и установочных фиксаций, скорости и времени чтения) между группами детей с разным навыком чтения снижается.

Этические нормы. Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены локальным биоэтическим комитетом Института возрастной физиологии РАО (Москва).

Информированное согласие. Каждый участник исследования представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

Финансирование работы. Работа выполнена при поддержке РГНФ (грант № 16-06-00799), “Оценка функционального состояния детей при чтении текста с экрана электронного устройства (междисциплинарный подход)”.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Leigh R.J., Zee D.S. The neurology of eye movements. 5th ed. Oxford (UK): Oxford University Press, 2015. 1109 p.
2. Jagla F. Saccadic Eye Movements as a Marker of Mental Disorders // Physiological Research. 2016. V. 65. № 3. P. 365.
3. Noireta N., Vignerona B., Diogo M. et al. Saccadic eye movements: what do they tell us about aging cognition? // Aging, neuropsychology, and cognition. 2017. V. 24. № 5. P. 575.
4. Clifton C., Staub A., Rayner K. Eye movements in reading words and sentences / Eye movements: A window on mind and brain. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2007. P. 341.
5. Безруких М.М., Иванов В.В. Окулomotorная активность при чтении у детей с разной степенью сформированности навыка (Сообщение 2. Особенности окулomotorной активности у хорошо и плохо читающих детей 9–10 лет) // Новые исследования. 2015. № 2. С. 2.
6. Bowers P.G., Ishaik G. RAN'S contributions to understanding reading disabilities / Handbook of learning disabilities // Eds. Swanson H.L., Harris K.R., Graham S. N.Y.: Guilford Press, 2003. P. 140.
7. Gori S., Facoetti A. How the visual aspects can be crucial in reading acquisition: The intriguing case of crowding and developmental dyslexia // J. Vision. 2015. V. 15. № 1. P. 1.
8. Vasileva N. Dynamics of the Complex Forms of Visual Perception in Children of Pre-School Age (a Neuropsychological Analysis) // The J. Special Education and Rehabilitation. 2015. V. 16. № 3–4. P. 52.
9. Безруких М.М. Трудности обучения в начальной школе. М.: Bookscripтор, 2016. 524 с.
10. Çayır A. Analyzing the Reading Skills and Visual Perception Levels of First Grade Students // Universal J. Educational Research. 2017. V. 5. № 7. P. 1113.
11. Морозова Л.В., Звягина Н.В. Уровень развития структурных компонентов зрительного восприятия детей как показатель психофизиологической зрелости // Вестник Поморского университета. 2003. Т. 2. № 4. С. 48.
12. Спасенникова Е.В., Спасенников Б.А. Психофизиологические особенности зрительного восприятия детей 7–10 лет // NovaInfo: медицинские науки. 2017. Т. 59. № 2. С. 415.
13. Безруких М.М., Крещенко О.Ю. Методика определения уровня сформированности навыков письма в начальных классах (тестовые задания, критерии оценки) / Обучение письму. Екатеринбург: Рама Паблишинг, 2009. С. 546.
14. Frostig M. Developmental test of visual perception. Revised, 1966. 40 p.
15. Безруких М.М., Морозова Л.В. Методика оценки уровня развития зрительного восприятия детей 5–7.5 лет. М.: Новая школа, 1996. 40 с.
16. Иванов В.В. К вопросу о возможности использования лингвистических характеристик сложности текста при исследовании окулomotorной активности при чтении у подростков // Новые исследования. 2013. Т. 1. № 34. С. 42.
17. Оборнева И.В. Автоматизированная оценка сложности учебных текстов на основе статистических параметров: дис. канд. пед. наук. М., 2006. 120 с.
18. Безруких М.М., Теребова Н.Н. Зрительное восприятие как интегративная характеристика познавательного развития детей 5–7 лет // Новые исследования. 2008. № 1. С. 13.
19. Морозова Л.В. Специфика психофизиологического обеспечения зрительного восприятия детей 7–

- 8 лет с разным темпом его формирования // Журн. медико-биологических исследований. 2016. № 1. С. 63.
20. *Teleba A., Mohamed W., Elbert T.* Does Enhancing Visual Perception in Mild Intellectually Disabled Children transfer to other skills? 7th International Conference on Education and Educational Psychology, 2016. P. 391.
 21. *Haikio T., Bertram R., Hyona J., Niemi P.* Development of the letter identity span in reading: Evidence from the eye movement moving window paradigm // *J. Experimental Child Psychology*. 2009. V. 102. P. 167.
 22. *Rayner K., Castelano M.S., Yang J.* Eye movements and the perceptual span in older and younger readers // *Psychology and Aging*. 2009. V. 24. № 3. P. 755.
 23. *Hood M., Conlon E.* Visual and auditory temporal processing and early reading development // *Dyslexia: An International Journal of Research and Practice*. 2004. № 10. P. 234.
 24. *Levine M.D., Hooper S.R., Montgomery J.W. et al.* Learning disabilities. An interactive developmental paradigm / Better understanding learning disabilities. New views from research and their implications for educational and public policies // Eds. Lyon G.R., Gray D.B., Kavanagh J.F., Krasnegor N.A.. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Company, 1993. P. 229.
 25. *Schneck C.M.* Visual Perception / Occupational Therapy for children: 6th edn. // Eds. Case Smith J., O'Brien J. USA: Mosby, 2010. P. 373.
 26. *Безруких М.М., Терехова Н.Н., Хрянин А.В.* Возрастные и половые особенности психофизиологической структуры зрительного восприятия у детей 5–7 лет // *Новые исследования*. 2013. № 4. С. 20.
 27. *Thomassen J.W.M., Teulings H.M.* The development of handwriting / *The psychology of written language: developmental and educational perspectives* // Ed. M. Martlew. N.Y.: Wiley, 1983. P. 179.
 28. *Lukatela G., Eaton T., Lee C., Turvey M.T.* Does visual word identification involve a sub-phonemic level? // *Cognition*. 2001. № 78. P. 41.
 29. *Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г.* Формирование системы зрительного восприятия в онтогенезе // *Физиология человека*. 2005. Т. 31. № 5. С. 26.
 30. *Безруких М.М., Фарбер Д.А.* Актуальные проблемы физиологии развития ребенка // *Новые исследования*. 2009. № 3. С. 4.

Visual Perception and Oculomotor Activity during Reading Tasks of Varying Complexity in Children Aged 7–10 Years

M. M. Bezrukikh^{a,*}, O. N. Adamovskaya^a, V. V. Ivanov^a, T. A. Filippova^a

^a*Institute of Developmental Physiology (RAE), Moscow, Russia*

*E-mail: ivfrao@yandex.ru

The paper presents the results of a comparative analysis of visual perception (VP) and oculomotor activity in reading tasks of varying complexity in children aged 7–10 years with varying levels of reading skills. We observed higher rates of VP in children with good reading skills as compared with poor readers. The formation of the VP system as one of the basic systems involved in reading, especially at the initial stage of training, can be assessed by the following key parameters: noise tolerance, spatial relationships and visual analysis-synthesis; these provide the recognition of the graphic configuration of words, spelling (letter order) and semantics (word meaning). The speed of lexical access and eye movement programming, the accuracy of fixing point positioning, the amount of perceived symbolic information, and the amount of tokens and general context stored in the working memory context are much higher in children with greater training and reading experience. When reading the text of high complexity beyond the current educational program, the differences in the parameters of oculomotor activity (duration of progressive and setting fixations, speed and reading time) between groups of children with different reading skills are reduced.

Keywords: younger schoolchildren, reading skills, oculomotor activity, visual perception.