

ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРИ ЧТЕНИИ У ДЕТЕЙ МЛАДШИХ КЛАССОВ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ СФОРМИРОВАННОСТИ НАВЫКА ЧТЕНИЯ

**Безруких, Марьяна Михайловна
Иванов, Владимир Вячеславович**

Институт возрастной физиологии РАО – Москва (Россия)

Резюме. Выявлены различия между хорошо и плохо читающими первоклассниками, заключающиеся в меньшей продолжительности фиксаций, большей амплитуде саккад и скорости чтения, а также частичное влияние «сложности» текста на амплитуду и количество регрессивных саккад, что опосредуется степенью зрелости когнитивных процессов, включенных в психофизиологическую структуру чтения как особого вида когнитивной деятельности.

Keywords: reading; eye movements; children

Младший школьный возраст (6 – 10 лет) – один из этапов развития, от которого во многом зависит вся последующая жизнь ребёнка. В этот возрастной период происходят интенсивные морфофункциональные изменения всех систем организма, функциональное созревание структур коры головного мозга, интеллектуальное и психологическое развитие ребенка.

Движения глаз в процессе чтения во многих исследованиях рассматриваются как отражение сложных когнитивных процессов, связанных в основном с восприятием текста, его семантическим анализом и переработкой информации, то есть как индикатор когнитивных процессов и состояний человека (Belopol'skij, 2007; Rayner & Juhasz, 2004). Доказано, что параметрические характеристики движений глаз детерминируются как мышечной активностью окуломоторного аппарата, так и когнитивными процессами, обеспечивающими реализацию чтения, и связаны с влиянием различных текстовых свойств и переработкой зрительной информации (Calvo, 2002; Liversedge et al., 2004; Liversedge & Findlay, 2000; White & Liversedge, 2006). Согласно многим исследованиям, проведенным у взрослых людей, подростков и юношей, на характер глазодвигательной активности оказывают влияние, как психолингвистические факторы, так и различные низкоуровневые

окуломоторные процессы (Morris, 1994; O'Regan, 1992). При исследовании взрослых обнаружено (Ashby et al., 2005), при использовании в тексте слов различной частоты встречаемости и предсказуемости, можно разграничить читателей по навыку чтения. Ясность и четкость внутренней репрезентации слова влияет на уровень навыка чтения, и, следовательно, на пространственно-временные параметры глазодвигательной активности и сам процесс распознавания текста (Jared et al., 1999). Предполагается, что на уровень навыка чтения влияют реальные и прагматические знания о мире и умения (Joseph et al., 2008). Лексическая обработка слова и анализ морфологической структуры символического стимула – это два основных фактора, влияющих на процесс чтения. На разных этапах формирования навыка чтения преобладает один из указанных факторов, однако, степень их влияния на окуломоторную активность с возрастом изменяется. Повышение сложности текста сопровождается регрессом навыка чтения, при этом синтетические приемы чтения заменяются аналитическо-синтетическими (Bezrukikh, Adamovskaya, Ivanov & Fillipova, 2017). Изменение характеристик глазодвигательной активности в процессе онтогенеза связано как с возрастными изменениями познавательных функций (восприятия, внимания, памяти, мышления) так и совершенствованием и изменением механизмов самого процесса чтения (Bezrukikh, 2009; Bezrukikh & Farber, 2009, 2010). Основная цель данной работы – выявление закономерностей окуломоторной активности при чтении текстов различной психо- и морфолингвистической сложности у детей 6 – 7 с разной степенью сформированности навыка.

Организация и методы исследования

Исследование проводилось в образовательных учреждениях г. Москвы. В исследовании приняли участие 53 школьника первых классов (средний возраст – 7.26 лет). Использовались 2 методики.

1. Видеорегистрация движений глаз метода на ай-трекере Eyegaze Analyzing System фирмы «Interactive Minds» у детей при чтении (Bezrukikh & Ivanov, 2013).

2. Опрос учителей о сформированности навыка чтения, в ходе которого были сформированы группы хорошо и плохо читающих детей.

Для чтения были предложены 4 текста разной сложности, сформированные по ряду критериев (Ivanov, 2003): №1 – простой, №2 – бессмысленный набор слов («квазитекст»), №3 – повышенный уровень сложности, №4 – сложный текст. Ход исследования и его условия описаны в более ранней работе ().

Результаты исследования и их обсуждение

Наши исследования показали, что существуют различия по параметрам окуломоторной активности при чтении между детьми 6 – 7 лет с

разной степенью сформированности навыка чтения (Табл. 1). У детей 6 – 7 лет с хорошо сформированным навыком чтения достоверно меньше средняя продолжительность фиксаций (в 1.6 – 1.9 раза, $p < 0.001$). Причем, наименьшие различия по данному показателю глазодвигательной активности отмечены при чтении «квазитекста», а наибольшие – при чтении сложных текстов. У хорошо читающих средняя амплитуда прогрессивных саккад в раза больше 1.2 – 1.5 (в различных текстах), чем у плохо читающих. Наименьшие различия по данному показателю отмечены при анализе «квазитекста», а наибольшие – сложного текста №4. Большая, по сравнению с плохо читающими учениками, амплитуда прогрессивных саккад и, соответственно, меньшее их количество в тексте, вероятно, связана с тем, что ученики с хорошим навыком чтения имеют увеличенный размер «оперативного поля зрения» или «оперативной единицы чтения» («диапазона восприятия»). Понятие «оперативное поля зрения» шире «единицы чтения», являясь частью поля зрения, практически одновременно воспринимаемой и опознаваемой человеком, включает в себя и парафовеальную область видения. Считается, что возможность обработки информации из парафовеальной области может регулировать как продолжительность текущей и последующей фиксации, так и дальнейшую стратегию чтения (Rayner, 1998).

Сравнение среднего количества прогрессивных саккад на элементы текста (букв, слогов, слов) у детей 6 – 7 лет с разной степенью сформированности навыка чтения выявили достоверные различия ($p < 0.01$) при чтении всех типов текстов. В среднем хорошо читающие первоклассники совершают 1.1 ± 0.04 прогрессивные саккады на слог, на каждое слово приходится по 1.7 ± 0.06 саккады. Плохо читающие ученики первого класса совершают в среднем по 1.5 ± 0.03 прогрессивных саккад на слог и 2.3 ± 0.06 саккады на слово. Это свидетельствует о том, что у хорошо читающих детей преобладает послоговое или пословное восприятие, тогда как у плохо читающих – побуквенное. Указанные различия более четко отражаются в интегративных показателях – средняя скорость чтения количества символов в секунду и среднее время чтения достоверно различаются ($p < 0.0001$) у хорошо и плохо читающих детей 6 – 7 лет при чтении всех типов текстов. Причем сложные тексты увеличивают различия между хорошо и плохо читающими первоклассниками: при дисперсионном анализе выявлена высокая ($p < 0.0001$) значимость влияния фактора «навык чтения».

Сравнительный анализ средней амплитуды регрессивных саккад показал, что хорошо читающие дети 6 – 7 лет совершают достоверно большие обратные саккады только при чтении сложных текстов. Эти же дети совершают в 1.4 – 1.5 раза меньше регрессивных саккад ($p < 0.05$) на слово

по сравнению с плохо читающими при чтении только сложных текстов. Однако дисперсионный анализ выявил незначительное ($F(1, 40) = 6.48$, $p=0.0149$) влияние степени сформированности навыка чтения на количество регрессов, что, по-видимому, связано с общими для всех 6 – 7 летних детей трудностями чтения.

Различия между хорошо и плохо читающими детьми 6 – 7 лет по процентному соотношению прогрессивных и регрессивных саккад выявлены ($p<0.05$) только при анализе результатов чтения простого текста. В сложных заданиях значимых различий по процентному соотношению регрессивных и прогрессивных саккад не выявлено. Эти данные подтверждают, что степень сформированности когнитивных структур, включенных в процесс чтения, все еще недостаточна и у хорошо, и у плохо читающих детей. Различия по проценту регрессов при чтении простого и сложного текста между хорошо и плохо читающими детьми 6 – 7 лет могут объясняться тем, что при сходном уровне развития когнитивных функций, обеспечивающих «техническую» составляющую чтения, и общих знаний у хорошо читающих детей более сформированы структуры, отвечающие собственно за составление и поддержание окулоmotorной программы.

Важно отметить, что в 6 – 7 лет не выявлено влияние сложности текста на среднюю продолжительность фиксации и амплитуду саккад ни у хорошо читающих, ни у плохо читающих детей. Однако, достоверное влияние фактора «сложность текста» у хорошо читающих детей 6 – 7 лет проявляется на средней амплитуде регрессивных саккад ($F(3, 101) = 4.53$, $p=0.0051$) и средней скорости чтения ($F(3, 103) = 2.70$, $p=0.0494$); у плохо читающих на среднем проценте регрессов ($F(3, 89) = 3.12$, $p=0.030$) и среднем количестве прогрессивных саккад на элементы текста ($F(3, 89) = 20.36$, $p<0.0001$). В обеих группах показано влияние психолингвистической сложности текста на среднее количество регрессивных саккад на элементы текста ($F(3, 103) = 13.39$, $p<0.0001$ и $F(3, 89) = 31.60$, $p<0.0001$, соответственно). Данный факт говорит о том, что лингвистические факторы текста не оказывают влияния на процесс чтения в данном возрасте. Преобладает механистическое, «техническое» чтение, просматривается влияние морфологии, начертания слов, что характерно для начального «аналитического» этапа формирования навыка чтения. При сходном уровне развития когнитивных функций и общих знаний у хорошо читающих детей более сформированы структуры, отвечающие собственно за составление и поддержание окулоmotorной программы.

Мы предполагаем, что основные различия в механизмах чтения между хорошо и плохо читающими детьми 6 – 7 лет связаны с незрелостью когнитивных процессов и функций, входящих в психофизиологическую

структуру чтения (Bezrukikh, 2009). Такие познавательные процессы, как избирательное внимание, зрительно-пространственное восприятие, зрительная память, произвольная регуляция деятельности в 6 – 7 лет еще не позволяет эффективно осуществлять процесс чтения (Bezrukikh & Farber, 2009, 2010). Недостаточная сформированность оптокинетического аппарата и нейрофизиологических механизмов, ответственных за собственно движения глаз в 6 – 7 лет, может определять «дрейф» фиксационной точки и необходимость «перефиксироваться» на слове, что определяет количество регрессов. Могут возникать ошибки при осуществлении саккады, приводящие к остановке взора на части слова, которая еще не прочитана, в «неудобном» для восприятия месте или даже между слов, что приводит к необходимости дополнительных как прогрессивных, так и регрессивных саккад (Vitu et al., 1998). При «угадывающем» чтении ребенок, фактически, читает первый слог (два слога) и пытается угадать (в большинстве случаев неправильно) все слово. Взгляд «убегает» дальше по тексту, однако, смысл слова остается непонятым и это требует «возврата» на уже прочитанное слово. Подобный вариант чтения с большим количеством регрессивных саккад часто встречается у детей, которых начинают обучать чтению в дошкольном периоде (в 4 – 5 лет).

Анализ пространственно-временных параметров окуломоторной активности позволяет не только дифференцировать учащихся по степени сформированности навыка чтения, но и определить причины возникновения этих трудностей. При этом в качестве основных критериев в 6 – 7 лет можно выделить продолжительность фиксаций, амплитуду прогрессивных саккад, а также интегративные параметры окуломоторной активности: количество прогрессивных саккад на элементы текста, время чтения и скорость чтения. Трудности в обучении чтению у детей часто соотносятся с несформированностью зрительного восприятия, которое является одним из чувствительных и интегративных показателей оценки развития ребенка в младшем школьном возрасте, а дефицит в формировании зрительного восприятия оказывает наибольшее влияние на процесс обучения чтению (Akhutina & Pylaeva, 2003). При этом несформированность зрительного восприятия в целом и отдельных его компонентов (константности, помехоустойчивости) может создавать специфические проблемы при обучении (Bezrukikh & Hryanin, 2000; Morozova & Zvyagina, 2003; Taylor, 1999). Эти данные также подтверждаются при анализе окуломоторной активности у детей 6 – 7 лет с разной степенью сформированности навыка чтения. Фактически, продолжительность фиксации является важной характеристикой сформированности зрительного восприятия, а количество регрессивных саккад – определяется ошибками зрительного восприятия и развития зрительной памяти.

Таблица 1. Средние значения окулomotorной активности у детей 6 – 7 лет с разной сформированностью навыка чтения в текстах различной сложности.

Показатель		Навык чтения		Достоверность различий
		Хороший	Плохой	
		(M±m)	(M±m)	
Продолжительность фиксации (мс)	Текст 1	416.09±21.92	709.69±32.80	***
	Текст 2	486.95±25.49	770.40±39.16	***
	Текст 3	429.88±27.86	831.35±43.33	***
	Текст 4	420.24±26.96	780.47±38.51	***
Амплитуда прогрессивных саккад (угл.град.)	Текст 1	1.37±0.09	0.95±0.02	***
	Текст 2	1.19±0.06	0.96±0.04	**
	Текст 3	1.31±0.08	0.92±0.02	***
	Текст 4	1.41±0.09	0.96±0.01	***
Амплитуда регрессивных саккад (угл.град.)	Текст 1	1.20±0.11	1.01±0.10	-
	Текст 2	1.03±0.07	0.94±0.08	-
	Текст 3	1.46±0.10	1.06±0.07	**
	Текст 4	1.25±0.06	1.01±0.04	**
Процент регрессов	Текст 1	13.77±1.77	8.91±1.26	*
	Текст 2	11.89±1.42	10.45±1.21	-
	Текст 3	14.56±1.37	11.45±1.05	-
	Текст 4	13.79±1.03	14.01±1.30	-
Время чтения (с)	Текст 1	12.89±1.35	25.3±1.62	***
	Текст 2	21.55±1.95	39.93±2.94	***
	Текст 3	44.33±4.20	118.12±7.23	***
	Текст 4	82.87±7.95	211.23±12.03	***
Скорость чтения (символов в секунду)	Текст 1	4.91±0.57	2.08±0.14	***
	Текст 2	3.80±0.46	1.79±0.14	***
	Текст 3	6.20±0.75	1.90±0.13	***
	Текст 4	6.21±0.95	1.81±0.52	***

Примечание: Достоверность различий: * – p<0.05; ** - p<0.01; *** - p<0.001.

Выводы

1. Основные различия механизма чтения между хорошо и плохо читающими детьми 6 – 7 лет заключаются в объеме и скорости переработки вос-

принимаемой информации. У хорошо читающих детей в отличие от плохо читающих школьников преобладает пословно-послоговое чтение, меньше продолжительность фиксаций, больше амплитуда саккад и, соответственно, выше скорость чтения.

2. Частичное влияние «сложности» текста на окуломоторную активность, выявленное при оценке амплитуды и количества регрессивных саккад, говорит о том, что у хорошо читающих детей лучше представлена внутренняя репрезентация структуры текста и контроль над окуломоторикой.

3. Доказана возможность использования в качестве критериев сформированности навыка чтения у детей в возрасте 6 – 7 лет следующих пространственно-временных параметров окуломоторной активности: продолжительности фиксаций, амплитуд прогрессивных и регрессивных саккад, их количества на элементы текста, скорости чтения в символах, времени чтения.

4. Различные по морфо- и психолингвистическим параметрам тексты мало информативны для оценки навыка чтения по характеристикам движений глаз на начальном этапе формирования навыка (в 6 – 7 лет).

Acknowledgement/Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность д.псих.н., профессору В.А. Барабанищикову и к.псих.н., доценту А.А. Демидову за помощь в техническом обеспечении исследования.

REFERENCES/ЛИТЕРАТУРА

- Akhutina, T.V. & Pylaeva, N.M. (2003). *Diagnostika razvitiya zritel'no-verbal'nykh funkcij (al'bom i metodicheskoe posobie)*. Moscow: Akademiya [Ахутина, Т.В. & Пылаева, Н.М. (2003). *Диагностика развития зрительно-вербальных функций (альбом и методическое пособие)*. Москва: Академия].
- Ashby, J., Rayner, K. & Clifton, C. Jr. (2005). Eye movements of highly skilled and average readers: Differential effects of frequency and predictability. *The quarterly journal of experimental psychology*, 58A (6), 1065 – 1086.
- Belopol'skij, V.I. (2007). *Vzor cheloveka. Mekhanizmy, modeli, funkcii*. Moscow: Institut psihologii RAN [Белопольский, В.И. (2007). *Взор человека. Механизмы, модели, функции*. Москва: Институт психологии РАН]
- Bezrukikh, M.M. (2006). *Trudnosti obucheniya pis'mu i chteniyu / Razvitie lichnosti rebenka ot 7 do 11 let*. Ekaterinburg: U-Faktoriya [Безруких, М.М. (2006). *Трудности обучения письму и чтению / Развитие личности ребенка от 7 до 11 лет*. Екатеринбург: У-Фактория].

- Bezrukikh, M.M. (2009). *Funkcional'noe razvitie mozga. Poznavatel'naya deyatel'nost' i obuchenie v predshkol'nom i mladshem shkol'nom vozraste. Novye issledovaniya*. Moscow: IVF RAO, 2, 8 – 9 [Безруких, М.М. (2009). *Функциональное развитие мозга. Познавательная деятельность и обучение в предшкольном и младшем школьном возрасте. Новые исследования*. Москва: ИВФ РАО, 2, 8 – 9].
- Bezrukikh, M.M., Adamovskaya, O.N., Ivanov, V.V. & Filippova, T.A. (2017). *Osobennosti zritel'nogo vospriyatiya i okulomotornoj aktivnosti u vtoroklassnikov pri chtenii tekstov razlichnoj slozhnosti. Al'tanakh "Novye issledovaniya"*, 4 (53), 46 – 63 [Безруких, М.М., Адамовская, О.Н., Иванов, В.В., Филиппова, Т.А. (2017). Особенности зрительного восприятия и окуломоторной активности у второклассников при чтении текстов различной сложности. *Альманах "Новые исследования"*, 4 (53), 46 – 63].
- Bezrukikh, M.M. & Ivanov, V.V. (2013). *Dvizheniya glaz v processe chteniya kak pokazatel' sformirovannosti navyka. Fiziologiya cheloveka*, 39 (1), 83 – 93 [Безруких, М.М. & Иванов, В.В. (2013). Движения глаз в процессе чтения как показатель сформированности навыка. *Физиология человека*, 39 (1), 83 – 93].
- Bezrukikh, M.M. & Farber, D.A. (2009). *Razvitie mozga i formirovanie poznavatel'noj deyatel'nosti rebenka*. Moscow: Izd-vo Mosk. psikhol.-soc. in-ta; Voronezh: MODENK [Безруких, М.М., Фарбер, Д.А. (2009). *Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка*. Москва: Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та; Воронеж: МОДЭК].
- Bezrukikh, M.M. & Farber, D.A. (2010). *Fiziologiya razvitiya rebenka. Rukovodstvo po vozrastnoj fiziologii*. Moscow: Izd-vo Mosk. psikhol.-soc. in-ta; Voronezh: MODENK [Безруких, М.М., Фарбер, Д.А. (2010). *Физиология развития ребенка. Руководство по возрастной физиологии*. Москва: Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та; Воронеж: МОДЭК].
- Bezrukikh, M.M. & Hryanin, A.V. (2000). *Psikhofiziologicheskie i nejrofiziologicheskie osobennosti organizacii zritel'no-prostranstvennoj deyatel'nosti u pravorukikh i levorukikh detej 6 – 7 let. Fiziologiya cheloveka*, 26 (1), 14 – 20 [Безруких, М.М. & Хрянин, А.В. (2000). Психофизиологические и нейрофизиологические особенности организации зрительно-пространственной деятельности у праворуких и леворуких детей 6 – 7 лет. *Физиология человека*, 26 (1), 14 – 20].
- Calvo, M.G. & Meseguer, E. (2002). Eye movements and processing stages in reading: relative contribution of visual, lexical, and contextual factors. *The Spanish Journal of Psychology*, 5(1), 66 – 77.

- Ivanov, V.V. (2013). К вопросу о возможности использования лингвистических характеристик сложности текста при исследовании okulomotorной активности при чтении у подростков. *Al'manakh "Novye issledovaniya"*, 1 (34), 42 – 50 [Иванов, В.В. (2013). К вопросу о возможности использования лингвистических характеристик сложности текста при исследовании окуломоторной активности при чтении у подростков. *Альманах „Новые исследования“*, 1 (34), 42 – 50].
- Jared, D., Levy, B.A. & Rayner, K. (1999). The role of phonology in the activation of word meanings during reading: Evidence from proofreading and eye movements. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 3, 219 – 264.
- Joseph, H.S.S.L., Liversedge, S.P., Blythe, H.I., White, S.J., Gathercole, S.E. & Rayner, K. (2008). Children's and adults processing of anomaly and implausibility during reading: Evidence from eye movements. *The quarterly journal of experimental psychology (Hove)*, 61(5), 708 – 723.
- Liversedge, S.P. & Findlay, J.M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (1), 6 – 14.
- Liversedge, S.P., Rayner, K., White, S.J., Vergilino-Perez, D., Findlay, J.M. & Kentridge, R.W. (2004). Eye movements when reading disappearing text: is there a gap effect in reading? *Vision Research*, 44, 1013 – 1024.
- Morozova, L.V. & Zvyagina, N.V. (2003). Uroven' razvitiya strukturnykh komponentov zritel'nogo vospriyatiya detej kak pokazatel' psikhofiziologicheskoy zrelosti. *Vestnik Pomorskogo universiteta*, 2 (4), 48 – 55 [Морозова, Л.В., Звягина, Н.В. (2003). Уровень развития структурных компонентов зрительного восприятия детей как показатель психофизиологической зрелости. *Вестник Поморского университета*, 2 (4), 48 – 55].
- Morris, R.K. (1994). Lexical and message-level sentence context effects on fixation times in reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 92 – 103.
- O'Regan, J.K. (1992). *Optimal viewing position in words and the strategy-tactics theory of eye movements in reading* (pp. 333 – 354). In: Rayner, K. (Eds). *Eye movements and visual cognition: Scene perception and reading*. New York: Springer-Verlag.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, 124/3, 372 – 422.
- Rayner, K., Juhasz B.J. (2004). Eye movements in reading: Old questions and new directions. *European journal of cognitive psychology*, 16 (1/2), 340 – 352.
- Taylor, K.M. (1999). Relationship between visual motor integration skill and academic performance in kindergarten through third grade. *Optom. Vis. Sci.*, 76 (3), 159 – 163.

- Vitu, F., McConkie, G.W. & Zola, D. (1998). About regressive saccades in reading and their relation to word identification (pp. 101 – 124). In: Underwood, G. *Eye guidance in reading and scene perception*. Oxford, England: Elsevier, 1998.
- White, S.J. & Liversedge, S.P. (2006). Linguistic and nonlinguistic influences on the eyes' landing positions during reading. *The quarterly journal of experimental psychology*, 59 (4), 760 – 782.

EYE MOVEMENT ACTIVITY DURING READING OF STUDENTS IN LOWER GRADES WITH DIFFERENT DEGREES OF READING SKILLS

Abstract. The study identified differences between good and poorly-reading first-grade students. This reflected in the shorter duration of fixations, the greater amplitude of saccades and the speed of reading, as well as the partial influence of the “complexity” of the text on the amplitude and number of regressive saccades. The differences were related to the degree of maturity of cognitive processes included in the psychophysiological structure of reading as a special type of cognitive activity.

✉ **Acad. Prof. Mariana Bezrukikh, DSc.**
Dr. Vladimir Ivanov
Institute of Age Physiology
Russian Academy of Education
Moscow, Russia
E-mail: ivfrao@yandex.ru