

ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЛАДШИМИ ШКОЛЬНИКАМИ С ЛЕГКОЙ СТЕПЕНЬЮ УМСТВЕННОЙ ОТСТАЛОСТИ

В. Б. Никишина¹, О. Ф. Природова¹, Е. А. Петраш¹✉, И. А. Севрюкова²

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

² Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия

Окуломоторная активность (глазодвигательные реакции) может быть необходимым компонентом психических процессов, связанных с получением, преобразованием и использованием зрительной информации. Целью работы было определить, каковы особенности глазодвигательных реакций при восприятии статичных изображений у младших школьников с легкой степенью умственной отсталости (УО). Объем выборки составил 49 человек: 23 человека с легкой степенью УО, 26 человек с нормативным типом психического развития. Оценку глазодвигательных реакций осуществляли с использованием программно-аппаратного комплекса GP3 Gazepoint. Стимульный материал представлял собой 15 статичных цветных изображений: картинки, содержащие только изображения (10 картинок); картинки, содержащие одновременно изображения и текст (5 картинок). В ходе исследования установлено, что число фиксации у детей с легкой степенью УО значимо меньше ($p = 0,038$) по сравнению с детьми с нормативным развитием. Одновременное размещение картинки и текстовой информации неэффективно, поскольку текстовая часть остается проигнорированной в полном объеме. Общая длительность фиксации значимо выше ($p = 0,029$) у детей с нормативным развитием по сравнению с детьми с легкой степенью УО. При этом средняя длительность единичной фиксации при УО выше. В практическом аспекте выявленные особенности глазодвигательных реакций у детей младшего школьного возраста с легкой степенью УО позволяют оптимизировать форму предъявления информации в процессе обучения.

Ключевые слова: глазодвигательные реакции, умственная отсталость, зрительные фиксации, латентное время фиксации, длительность фиксации

Вклад авторов: В. Б. Никишина — формирование концепции исследования, интерпретация и обобщение полученного эмпирического материала; О. Ф. Природова — формирование концепции исследования, интерпретация и обобщение полученного эмпирического материала; Е. А. Петраш — количественная и качественная обработка полученного эмпирического материала, интерпретация и обобщение результатов исследования; И. А. Севрюкова — проведение исследования, сбор первичного эмпирического материала.

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено этическим комитетом Курского государственного медицинского университета (протокол № 9 от 10 декабря 2019 г.); родители или законные представители детей подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

✉ **Для корреспонденции:** Екатерина Анатольевна Петраш
ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997; petrash@mail.ru

Статья получена: 21.01.2021 **Статья принята к печати:** 15.02.2021 **Опубликована онлайн:** 26.02.2021

DOI: 10.24075/vrgmu.2021.008

OCULOMOTOR RESPONSE TO IMAGES IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN WITH MILD INTELLECTUAL DISABILITY

Nikishina VB¹, Prirodova OF¹, Petrash EA¹✉, Sevrukova IA²

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² Kursk State Medical University, Kursk, Russia

Oculomotor activity (eye movements) is an essential component of visual data acquisition, analysis and use. The aim of this study was to determine the characteristics of oculomotor response to static images in primary school children with mild intellectual disability (ID). Our sample included a total of 49 schoolers (23 children with mild ID and 26 typically developing children). Oculomotor activity was evaluated using a GP3 Gazepoint eye tracker. The participants were presented with 15 visual stimuli: 10 pictorial and 5 mixed (pictures + text) static color images. Children with mild ID generated significantly fewer fixations ($p = 0.038$) than typically developing children. So, learning materials containing both pictorial and textual images are ineffective because textual elements are completely ignored by children with mild ID. The total duration of gaze fixations was significantly longer ($p = 0.029$) in typically developing children than in children with mild ID. However, the average duration of a single gaze fixation was longer in children with mild ID. The identified features of oculomotor response can help to optimize the format of instructional materials for primary school children with mild ID.

Keywords: oculomotor response, intellectual disability, gaze fixation, latency, fixation duration

Author contribution: Nikishina VB and Prirodova OF proposed the concept, interpreted and summarized the obtained data; Petrash EA performed qualitative and quantitative analysis of the obtained data; interpreted and summarized the results; Sevrukova IA conducted the study and performed data acquisition

Compliance with ethical standards: the study was approved by the Ethics Committee of Kursk Medical State University (Protocol № 9 dated December 10, 2019). Written informed consent was obtained from the children's parents or legal representatives.

✉ **Correspondence should be addressed:** Ekaterina A. Petrash
Ostrovityanova, 1, Moscow, 117997; petrash@mail.ru

Received: 21.01.2021 **Accepted:** 15.02.2021 **Published online:** 26.02.2021

DOI: 10.24075/brsmu.2021.008

Доля детей в возрасте от 0 до 14 лет с впервые выявленной умственной отсталостью (УО) от общего числа детей с психическими расстройствами и расстройствами поведения на 2019 г. составляет в России 4,8% [1]. Данная тенденция имеет криволинейную положительную динамику в течение последних 10 лет.

В младшем школьном возрасте школьное обучение является ведущей деятельностью (основным фактором

развития психики ребенка), а зрительное восприятие создает основу для формирования интеллектуальной деятельности. Недостаточность дифференцированности восприятия приводит к тому, что объект воспринимается без выделения его конкретных частей, а также к неспособности различить сходные предметы при попытке их узнать [2].

Изучение зрительного восприятия как функции, включающей кодирование и анализ свойств объекта, их

мультимодальную конвергенцию, идентификацию объекта и оценку его значимости, необходимо для решения проблем обучения и воспитания детей с нарушениями развития [3].

В категорию детей с умственным недоразвитием входят дети с диагнозом «умственная отсталость легкой степени» (F70 по МКБ-10). Характерные для него диффузное недоразвитие головного мозга, повышенная истощаемость психических процессов, замедление подвижности корковых процессов, нарушение анатомо-физиологических структур зрительного анализатора обуславливают отклонения в развитии познавательной деятельности, в частности ее сенсорно-перцептивной организации [4–10].

Зрительное восприятие определяют как совокупность процессов зрительного образа мира на основе сенсорной информации, получаемой с помощью зрительной системы [3].

У младших школьников с нарушением интеллекта отмечается нарушение обобщенности восприятия. Они склонны упускать из виду мелкие детали и объекты, замечают лишь явно выделенные характерные признаки и ограничиваются общим узнаванием предмета: не выделяют характерных для него частей, частиц и других особенностей его строения [4]. Школьникам с недостатками умственного развития свойственна узость зрительного восприятия. Ученики, обучающиеся в младших классах, могут отчетливо воспринимать одновременно не 8–12 небольших предметов, как это происходит в норме, а 4–6, т. е. гораздо меньшее число [10].

Установлено также, что у учащихся с УО константность восприятия величины отдаленного предмета выражена значительно меньше, чем у их нормально развивающихся сверстников [8].

Своеобразие восприятия учащихся младших классов с УО отчетливо проявляется и при рассматривании сюжетных картин. При восприятии сюжетных картин дети с легкой степенью УО не устанавливают действительные отношения между объектами и действующими лицами, а также не раскрывают необходимые связи [5]. Это может быть связано не только с замедленным мышлением, но и с последовательной обработкой изображения. Как показывает анализ траектории движений глаз при восприятии сюжетных изображений, взгляд чаще посещает одни, по-видимому, более информативные участки изображения, другие же участки рассматриваются отнюдь не столь внимательно [7].

Таким образом, у младших школьников с УО легкой степени нарушены следующие свойства восприятия: целостность, предметность, точность, полнота, константность, объем, обобщенность, избирательность, темп и дифференцированность. Глазодвигательные реакции (окуломоторная активность) являются необходимым компонентом психических процессов, связанных с получением, преобразованием и использованием зрительной информации.

Установлено, что дети с дислексией имеют большее число и диапазон саккад при восприятии статичных текстовых изображений, а также более трех саккад в задачах на фиксацию по сравнению с контрольной группой, что может быть связано с незрелостью структур коры, ответственных за подавление саккад у данной группы детей [11].

Изучение глазодвигательных реакций при восприятии изображений с социально-значимыми стимулами у детей с расстройствами аутистического спектра позволило выявить, что только в начале подачи изображения

происходит быстрая фиксация на лицах, затем внимание оказывается сниженным. Чем сильнее выражены нарушения развития, тем больше фиксация в центре изображений, что может быть связано с низкой общей скоростью саккады [12].

При сравнении детей с разной степенью УО было выявлено, что более низкий IQ связан с более медленным временем реакции и более низким качеством фиксации [13].

В работах отечественных специалистов изучалась проблема возрастной динамики проявления особенностей глазодвигательных реакций при восприятии текстовых изображений [14]. Статистический анализ данных, полученных при сравнении параметров глазодвигательных реакций младшей и старшей групп детей с дислексией, не выявил достоверных различий ни по одному из изучаемых показателей движений взора. Незрелость определенных мозговых структур может быть связана с нарушением процесса формирования основных операциональных элементов читательской деятельности, необходимых для успешного анализа и понимания письменного текста.

Для учащихся с легкой степенью УО по сравнению с учащимися без нарушений интеллекта характерны большая длительность чтения, увеличение числа фиксаций и их длительности, уменьшение амплитуды саккад. Данные показатели могут быть обусловлены нарушениями процессов фонематического анализа и поиска графемно-морфемных связей между визуальным представлением букв и их произношением [15].

Таким образом, у детей дошкольного возраста с легкой степенью УО особенности глазодвигательных реакций при восприятии статичных изображений проявляются значимо меньшим числом зрительных фиксаций при большей их длительности, что обусловлено узостью зрительного восприятия [10], а также замедлением темпа зрительного восприятия [4]. Недоразвитие мозговых структур у таких детей может влиять на особенности глазодвигательных реакций в процессе восприятия изображения.

Целью исследования было изучить особенности глазодвигательных реакций при восприятии статичных изображений у младших школьников с легкой степенью УО для формирования методических материалов при обучении данной категории детей.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Участники исследования

Объем выборки составил 49 человек в возрасте 7–9 лет. Все испытуемые — учащиеся первого класса (в первом классе обучаются впервые). Критерии включения: дети мужского и женского пола; отсутствие нарушений зрения (наличие заключения окулиста). Критерий исключения: наличие хронических соматических заболеваний.

Исследовательские группы формировали по типу психического развития. В экспериментальную группу вошли 23 учащихся специализированной коррекционной школы VIII вида (12 мальчиков и 11 девочек; средний возраст — $8,63 \pm 0,57$ года) с легкой степенью УО (имеющих диагноз «легкая УО» по ПМПК и F70.0 — «УО легкой степени» младшего школьного возраста по МКБ-10) показателем IQ, согласно данным медицинского заключения, — $63,57 \pm 3,24$.

В контрольную группу вошли 26 человек (11 мальчиков и 15 девочек; средний возраст — $8,12 \pm 0,81$ года) с нормативным типом психического развития, имеющих

заклучение «здоров» по результатам профилактического медицинского осмотра.

Оборудование: технические требования, настройка, калибровка

Глазодвигательные реакции определяли с использованием программно-аппаратного комплекса GP3 Gazepoint (Gazepoint Research Inc.; Канада), включающего камеру машинного зрения 60 Гц в основе своей системы визуализации и обработки изображений. Данный айтрекер включает в себя набор программного обеспечения, управления и анализа, который позволяет совершать калибровку, построение эксперимента, сбор и анализ данных.

Регистрацию данных осуществляли одновременно с обоих глаз.

Технические характеристики: точность — 0,5–1 градус угла зрения; частота обновления — 60 Гц; калибровка — 5 и 9 точек; доступность в использовании открытого стандарта API (интерфейса прикладного программирования); движение — 25 × 11 см (по горизонтали и по вертикали); диапазон движения глубины — ±15 см; работает на USB.

Требования к компьютеру: процессор: современный процессор i5 на i7; рекомендуемая память — 2 Гб; ОС: Windows XP / Vista / 7/8, 32/64 бит. Диагональ экрана в дюймах — 15,6, разрешение экрана — 1920 × 1080.

Процедура обследования испытуемого: запуск Gazepoint Analysis — New project (создание нового проекта) — выбираем папку, в которой будет сохранен проект — вставляем стимульный материал в виде статичных изображений.

1. Выбор AOI (интересующие области) в режиме Data Analysis. В каждом изображении можно выделить те области, которые нас больше всего интересуют. По окончании эксперимента можно получить, а затем сравнить между собой следующие параметры: число зрителей, которые смотрели AOI; среднее время до первого просмотра AOI (латентный период фиксации); среднее время, потраченное на просмотр AOI (продолжительность фиксации); средний процент от общего времени, потраченного на просмотр AOI; число зрителей, которые смотрели на AOI более одного раза. В качестве интересующих областей были отмечены изображения отдельных объектов на картинке (экране), которые предъявлялись одновременно.

2. Запуск Gazepoint Control (управление), появление окна дисплея, которое показывает четыре набора информации: Calibrate — калибровка, Gaze pointer — указатель, Select screen — выбор экрана, Switch Tracker Type — переключатель типов айтрекеров.

В центре экрана включается вид камеры GP3, в которой оптимизируются расстояние от участника, захват левого и правого глаза. Информация обратной связи осуществляется через нижнюю строку состояния: временные рамки — 16,6 мс (60 Гц), сервер указывает, сколько участников связаны и есть ли передача данных.

Условия размещения: айтрекер GP3 должен быть расположен непосредственно под экраном компьютера, на котором предъявляются стимулы. Исключено попадание прямого или рассеянного солнечного света на лица участников, так как оно препятствует считыванию роговичных рефлексов. Расстояние составляет 65 см от глаз участника, айтрекер направлен на лицо.

Для более точной работы айтрекера необходимо провести калибровку, которая определяет различия между

глазами участника и модели глаза в GP3. В процессе калибровки айтрекер анализирует отблеск света от глаз испытуемого. В начале процесса калибровки экран гаснет и маркер перемещается по 5–9 позициям (на выбор) на экране. Испытуемому необходимо смотреть на маркер каждой позиции. После калибровки белая точка или точка-взгляда будет показана на экране. Чтобы зафиксировать точность взгляда, нужно снова смотреть на каждую из точек калибровки.

Инструкция на этапе калибровки: «Перед вами будут появляться белые точки. Вам необходимо смотреть только на них».

3. Режим сбора данных. Инструкция: «Перед вами сейчас будут появляться изображения. Ваша задача — внимательно их рассматривать и стараться оставаться в одном положении».

Export Data — после завершения сбора данных и желаемой настройки анализа данные могут быть экспортированы в различных форматах, включая неподвижные изображения, воспроизведение видео траектории взгляда, тепловые карты и числовые данные в формате CSV.

Подбор стимульного материала

Подбор стимульного материала осуществляли при помощи метода экспертных оценок. В качестве экспертов выступали учителя начальных классов общеобразовательных школ и специализированной коррекционной школы VIII вида. Критерии подбора стимульного материала: тип изображения (фотографии, рисунки, схемы, сюжетные изображения, отдельные объекты); качество и четкость изображения; контрастность. Из массива выбранных экспертами стимулов картинки для исследования подбирали по следующим характеристикам: растровая графика, статичные цветные изображения в формате 2D (так как дети с УО хорошо ориентируются в основных цветах и плохо различают слабонасыщенные цветовые оттенки).

Стимульный материал представлял собой 15 статичных цветных изображений (рис. 1). Между ними предъявляли фоновое интерферирующее изображение серого цвета.

Стимульный материал был сформирован в три группы: картинки, содержащие одновременно изображения шести объектов (две картинки, содержащие изображения отдельных объектов; три сюжетные картинки); картинки, содержащие одновременно изображения 12 объектов (две картинки, содержащие изображения отдельных объектов; три сюжетные картинки); картинки, содержащие одновременно изображения и текст (задание или описание изображения) — пять картинок. Последовательность предъявления картинок была идентичной для всех испытуемых: сначала предъявляли картинки с изображением шести отдельных объектов; далее сюжетные картинки с одновременным изображением шести объектов; далее в таком же порядке предъявляли картинки с одновременным изображением 12 объектов. На завершающем этапе предъявляли картинки, содержащие одновременно изображение и текст.

Разрешение предъявляемых изображений: вертикальные изображения — 1200 × 1373, горизонтальные — 1920 × 1080 (в соответствии с экраным разрешением исследовательского компьютера и сохранением пропорций изображений); формат изображения: jpg (JPEG). Испытуемым предъявляли

рисунки из учебников основной школьной программы и из программы для детей с ограниченными интеллектуальными возможностями. Время предъявления одного рисунка — 20 с. Время предъявления фонового изображения — 3 с. Общее время предъявления — 7 мин.

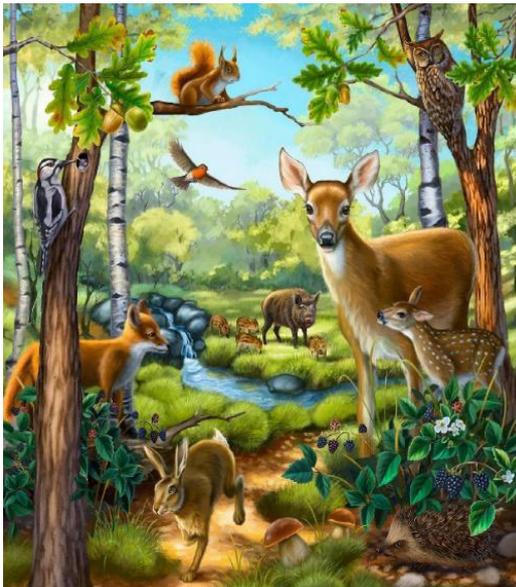
Оценку глазодвигательных реакций осуществляли по заранее выбранным областям — изображенным объектам (АОИ) по следующим параметрам: латентный период фиксации (среднее время до первого просмотра АОИ); продолжительность фиксации (среднее время, потраченное на просмотр АОИ); средний процент от общего времени, потраченного на просмотр АОИ; число фиксации на каждом АОИ; суммарное число фиксации на предъявляемой картинке (сумма фиксации на каждом АОИ, которые одновременно предъявляют предъявляемой

картинке). При этом каждый из выделенных параметров оценивали по предъявляемому изображению в целом.

Статистическую обработку осуществляли с использованием методов описательной (показатели средних значений, стандартное отклонение), сравнительной (непараметрические критерии: *U*-критерий Манна-Уитни; *T*-критерий Уилкоксона) статистики. Применение статистических методов оценки осуществляли с применением абсолютных статистических показателей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате исследования параметров глазодвигательных реакций у детей с легкой степенью УО и нормативным развитием выявлена гетерогенность показателей общего



Интерферирующий фон

Рис. 1. Примеры стимульного материала



Я пуговицу себе сам пришил!

Я пуговицу себе сам пришил. Правда, я её криво пришил, но ведь я её сам пришил! Меня мама просит убрать со стола, как будто бы я не помог своей маме, ведь пуговицу я сам пришил! А вчера вдруг дежурным назначили в классе. Очень мне нужно дежурным быть! Я ведь пуговицу себе сам пришил, а они кричат: «На других не надейся!» Я ни на кого не надеюсь. Я всё сам делаю — пуговицу себе сам пришил...

В. Газизкин



● Почему мальчик так гордится тем, что пришил пуговицу? Расскажи, какую домашнюю работу делаешь ты.

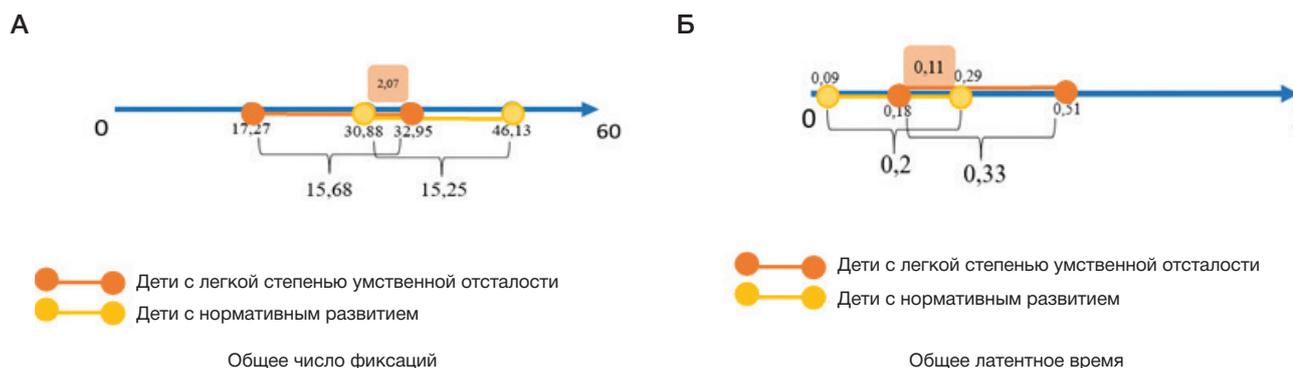


Рис. 2. Графики пересечения разброса средних значений показателей общего числа фиксаций (А) и общего латентного времени (Б) у детей с легкой степенью УО и у детей с нормативным развитием

числа фиксаций и общего латентного времени в обеих группах (рис. 2А, Б).

Общее число фиксаций в группе детей с нормативным развитием значимо выше по сравнению с детьми с легкой степенью УО ($p = 0,038$). При этом пересечение разброса средних значений у выборок минимально. Показатели разброса общего числа фиксаций в экспериментальной группе составили 15,68 (17,27; 32,95); в контрольной группе — 15,25 (30,88; 46,13). Показатель общего латентного времени значимо выше ($p = 0,044$) в группе детей с легкой степенью УО по сравнению с детьми с нормативным развитием. Разброс средних значений по показателю общего латентного времени в экспериментальной группе составляет 0,33 (0,18; 0,51); в контрольной группе — 0,2 (0,09; 0,29).

Полученные результаты позволяют выделить следующие тенденции: дети с легкой степенью УО фиксируют взглядом меньшее число объектов изображения (точек на изображении), при этом им требуется существенно больше времени для фиксации, чем детям с нормативным развитием (рис. 3).

При анализе числа фиксаций по группам стимульного материала (картинки с одновременным изображением шести или 12 объектов, картинки с содержанием текста) было выявлено увеличение числа фиксаций при увеличении числа объектов, одновременно представленных на стимульном изображении, у детей как с нормативным развитием, так и с легкой степенью УО (см. табл.).

Максимальное число фиксаций выявлено на картинках с одновременным изображением 12 объектов в обеих группах испытуемых. Среднее число фиксаций на изображениях с текстом и картинках с одновременным изображением шести объектов значимо не различаются (рис. 4).

При этом распределение фиксаций по изображению у детей с нормативным развитием и с легкой степенью УО существенно различается.

На рис. 5 представлены примеры тепловых карт распределения числа фиксаций по группам испытуемых с учетом предъявляемого стимульного материала. На рис. 5А даны примеры тепловых карт распределения фиксаций испытуемого с легкой степенью УО И. (возраст —

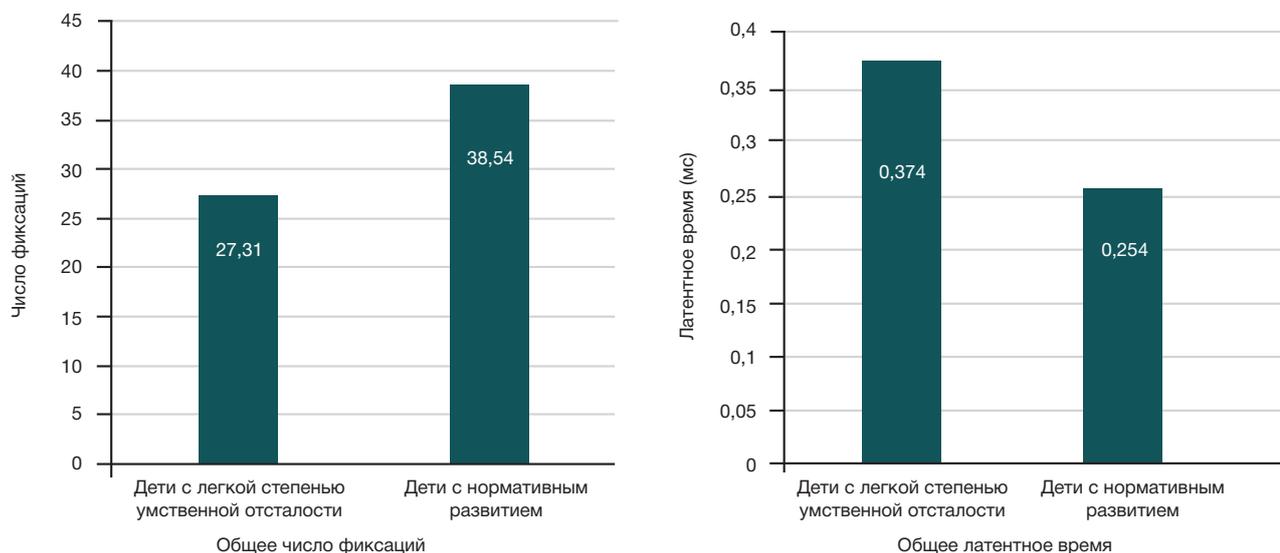


Рис. 3. Гистограмма средних значений показателей общего числа фиксаций у детей с легкой степенью УО и нормативным развитием

Таблица. Показатели значимости различий общего числа фиксаций по группам испытуемых с учетом числа одновременно предъявляемых объектов (Т-критерий Уилкоксона; $p < 0,05$)

	Число объектов: 6 ($x \pm \sigma$)	Число объектов: 12 ($x \pm \sigma$)	p
Дети с легкой степенью УО	25,15 ± 4,49	30,22 ± 6,24	0,029*
Дети с нормативным развитием	36,18 ± 9,12	41,39 ± 8,42	0,027*

Примечание: * — статистическая значимость различий.

8 лет 7 месяцев). На рисунке 5В представлены примеры тепловых карт распределения фиксаций испытуемого с нормативным развитием С. (возраст — 8 лет 1 месяц).

В результате сравнительной оценки числа фиксаций на картинках с изображением шести объектов (отдельных и в сюжетной картинке), а также 12 объектов (отдельных и в сюжетной картинке) установлено, что в экспериментальной группе показатель общего числа фиксаций на изображениях, содержащих шесть отдельных объектов, и сюжетных изображениях, содержащих шесть объектов, является неизменным (статистически значимых различий не выявлено; $p = 0,75$). Аналогичные результаты получены при сравнении общего числа фиксаций на картинках, содержащих 12 объектов. Общее число фиксаций на картинках, содержащих 12 отдельных объектов, и сюжетных картинках, одновременно содержащих 12 объектов, у детей с легкой степенью УО также значимо не различается ($p = 0,73$). При нормативном развитии у детей число фиксаций на сюжетных картинках, одновременно содержащих шесть объектов, значимо больше ($p = 0,027$), чем на картинках, содержащих шесть отдельных изображений. Также число фиксаций значимо возрастает ($p = 0,029$) на сюжетных изображениях, содержащих одновременно 12 объектов, в сравнении с картинками, содержащими одновременно 12 отдельных объектов.

При анализе фиксации взгляда на сюжетном изображении с текстом, выявлено игнорирование текстовой части предъявляемой страницы детьми с легкой степенью УО и преимущественной фиксации взгляда на изображении. Дети с нормативным развитием преимущественно фиксируют взгляд на текстовой части страницы.

У детей с легкой степенью УО отсутствие фиксаций на текстовой информации указывает на то, что содержание текста не поддерживает и не участвует в процессе восприятия изображений.

Предъявляемые картинки, содержащие шесть либо 12 объектов, были тоже разделены на две группы: содержащие изображения отдельных объектов и содержащие сюжетные изображения.

Фиксации на изображении отдельных объектов (картинки с изображением шести объектов) у детей с легкой степенью УО сосредоточены преимущественно на центральной части изображенных объектов. У детей с нормативным развитием фиксации распределены как на

самих объектах, так и в пространстве между ними. Это позволяет формировать помимо образа самого объекта представление о его пространственных характеристиках, в том числе о размерах относительно других объектов. При легкой степени УО у детей нарушен процесс формирования пространственных представлений, что может быть обусловлено особенностями произвольного зрительного восприятия.

Следует отметить, что при предъявлении сюжетного изображения у детей с легкой степенью УО установлено, что зрительные фиксации в основном распределены в области изображения головы (животных и птиц) и лиц людей (учителя и детей). В области второстепенных объектов отмечены единичные фиксации. У детей с нормативным развитием фиксации распределены равномерно в области основных и второстепенных объектов.

Соотношение числа фиксаций между периферической и центральной частью предъявляемого изображения на картинке (при одновременном предъявлении шести объектов) у детей с нормативным развитием и у детей с легкой степенью УО равномерное.

При анализе числа фиксаций взгляда на картинках с одновременным изображением 12 объектов установлено, что у детей с легкой степенью УО тоже отмечается большее число фиксаций в области основных изображений при единичных фиксациях на второстепенных. Но при этом большее число фиксаций сосредоточено в центральной части изображения, чем в периферической. Происходит игнорирование периферической части картинке вне зависимости от числа и характера (основные или второстепенные объекты) расположенных изображений. При нормативном развитии число фиксаций между центральной и периферической частями картинке распределено равномерно.

Содержательный анализ картинок, на которых представлены люди, указывает на то, что в обеих группах испытуемых фиксации сосредоточены в области лиц изображенных людей. При этом у детей с легкой степенью УО фиксации взгляда сосредоточены на изображении лица взрослого, в то время как у детей с нормативным развитием — на изображении лиц детей.

Показатель общего латентного времени рассчитывали как сумму значений показателей латентного времени по всем выбранным областям (объектам, одновременно расположенным на предъявляемом изображении) на каждой предъявляемой на экране картинке. При анализе

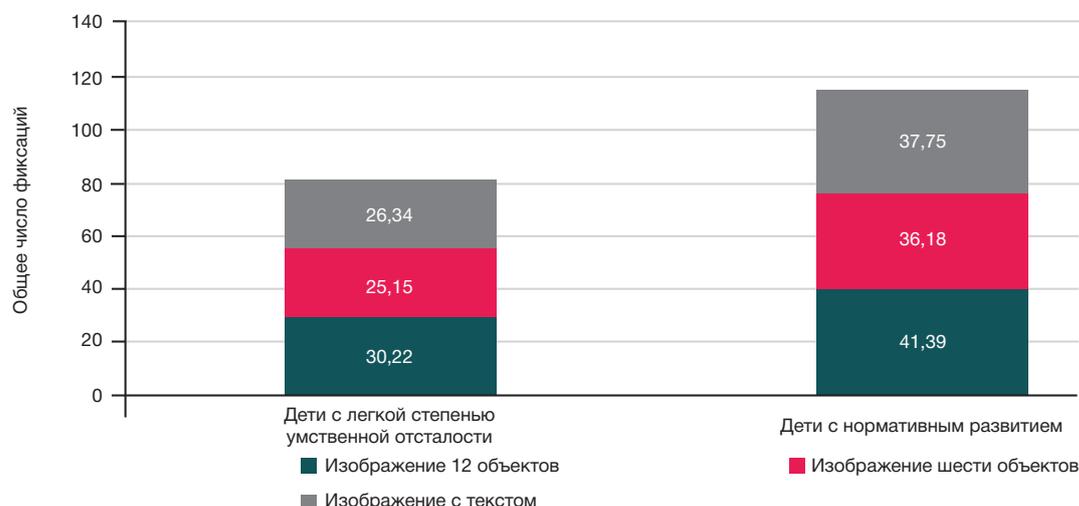


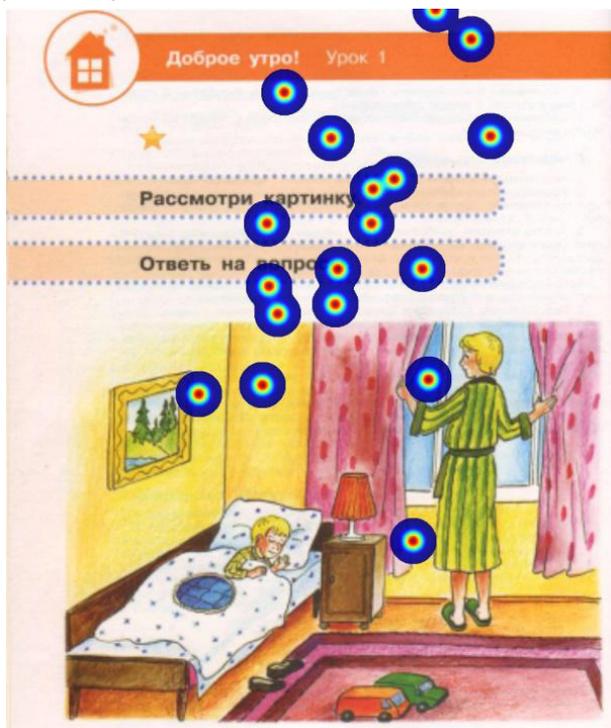
Рис. 4. Накопительные гистограммы по средним значениям показателей общего числа фиксаций по группам стимульного материала



Сюжетная картинка (шесть объектов)



Сюжетная картинка (12 объектов)



Картинка, содержащая одновременно изображение и текст

Дети с легкой степенью УО

Дети с нормативным развитием

Рис. 5. Тепловые карты фиксации взгляда при восприятии сложного изображения по группам испытуемых

общего латентного времени, характеризующего разницу во времени с начала предъявления тестового стимула на экране до обнаружения первой фиксации достоверно установлено, что средние значения параметра показателей общего латентного периода у детей с легкой степенью УО больше, чем у детей с нормативным развитием ($p = 0,024$), т. е. детям с УО нужно больше времени для начала фиксации взгляда при восприятии статичных изображений (рис. 6А).

Вне зависимости от числа одновременно расположенных на изображении объектов (12 или 6) показатель латентного времени фиксаций у детей с легкой степенью УО выше, чем у детей с нормативным развитием как по центральным полям, так и по периферическим. При этом дети с нормативным развитием намного раньше начинают воспринимать периферическое поле. Полученные результаты позволяют предположить, что более быстрое начало фиксации взгляда у детей с нормативным развитием связано с быстрой переключаемостью внимания. А поскольку у детей с легкой степенью УО время между началом восприятия периферического поля и центрального при восприятии шести объектов наименьшее, то можно сделать предположение, что им проще распределять свое внимание при восприятии меньшего числа объектов на изображении.

При оценивании общей длительности фиксаций взгляда достоверно установлено, что у детей контрольной группы значение данного параметра значимо выше ($p = 0,029$) по сравнению с экспериментальной группой. При этом средняя длительность одной фиксации у детей с нормативным развитием составляет $0,29 \pm 0,08$ мс, у детей с легкой степенью УО — $0,33 \pm 0,11$ мс. Таким образом, для восприятия статичных изображений детям с легкой степенью УО требуется больше времени, чем детям с нормативным развитием. Меньшее число фиксаций с большей длительностью у детей с легкой степенью УО приводит к утомлению (истощению) процесса активного восприятия и сужению его объема.

Оценка показателя общей продолжительности фиксаций с учетом стимульного материала (6, 12 объектов, текст) свидетельствует, что средняя общая длительность фиксаций значимо ($p = 0,027$) больше у детей с нормативным развитием по сравнению с детьми

с легкой степенью УО (рис. 6Б). Время, потраченное на просмотр АОI (каждой выделенной области), у детей с легкой степенью УО составляет $62,37 \pm 8,31\%$ от общего времени; у детей с нормативным развитием — $68,42 \pm 9,14\%$.

У детей с легкой степенью УО выявлено уменьшение общего числа фиксаций при увеличении общего латентного времени.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

При восприятии статичного изображения у детей с легкой степенью УО в поле активного восприятия попадает преимущественно центр изображения при большом числе объектов. Данная тенденция подтверждает результаты ранее проведенных исследований [10, 12]. Более равномерно дети воспринимают изображения с меньшим числом объектов. На всех изображениях, где выделены картинки с текстом, у детей с легкой степенью УО отмечено меньшее число фиксаций, при этом они сосредоточены в области изображения с полным игнорированием текстовой части предъявляемого изображения. То, что дети с легкой степенью УО фиксируют взгляд на отдельных элементах сюжетных картин при игнорировании других, исследователи связывают с информативностью участков изображения для таких детей [7].

У детей с нормативным развитием отмечено значимо большее число фиксаций в целом по всем предъявляемым изображениям. При этом число фиксаций взгляда на каждом объекте (выделенной области — АОI), представленном на картинке (вне зависимости от числа одновременно представленных объектов — 6 или 12), относительно постоянно. Распределение числа фиксаций на картинках, содержащих только изображения, является относительно равномерным (между центральной и периферической частями). На картинках, одновременно содержащих изображение и текст, основное число фиксаций сосредоточено на текстовой части предъявляемой картинке и лишь отдельные фиксации отмечены на образно-графическом изображении.

При исследовании временных параметров глазодвигательных реакций у детей с легкой степенью УО общее латентное время фиксаций значимо выше такового у детей с нормативным развитием. При УО детям требуется

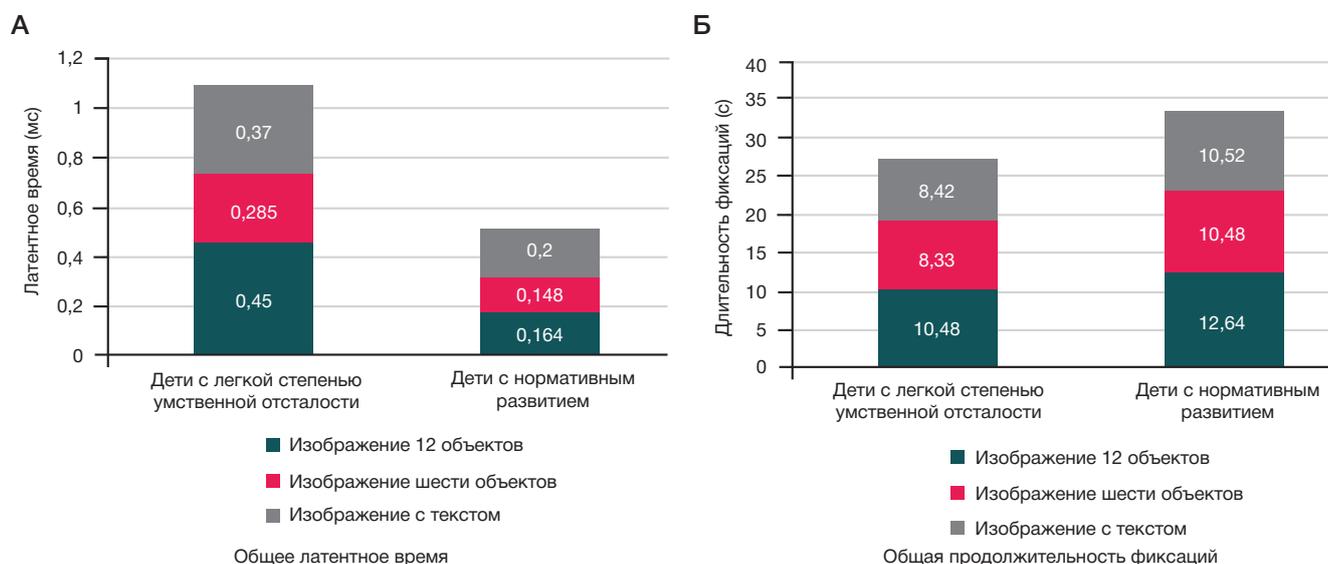


Рис. 6. Накопительные гистограммы по средним значениям показателей общего латентного времени (А) и общей продолжительности (Б) фиксаций по группам стимульного материала

больше времени для восприятия изображения, чем детям с нормативным развитием. Данная тенденция тоже согласуется с результатами, представленными другими авторами, отмечающими увеличение длительности зрительных фиксаций [15]. Общая длительность фиксации у младших школьников с нормативным развитием выше, чем у детей с легкой степенью УО. Учитывая, что число фиксаций при нормативном развитии больше, длительность одной фиксации получается меньше. Соответственно меньшее общее число фиксаций и менее длительную общую продолжительность фиксаций у детей с легкой степенью УО можно объяснить тем, что для полноценного восприятия статичных изображений им необходимо больше времени.

ВЫВОДЫ

Выявленные структурно-динамические параметры глазодвигательных реакций (показатели числа фиксаций, общей длительности и латентного времени фиксаций) позволяют выделить следующие тенденции у детей с легкой степенью УО при восприятии статичных объектов: происходит игнорирование текстовой части при восприятии страницы учебника, содержащей текстовое задание и изображение к нему; возникает ограничение

распределения зрительного внимания на периферическое поле изображения при размещении более шести объектов в одном изображении.

Выявленные особенности глазодвигательных реакций у детей младшего школьного возраста с легкой степенью УО позволяют оптимизировать форму предъявления информации в процессе обучения. Распределение активного внимания по объектам восприятия осуществляется равномерно при одновременном предъявлении в поле восприятия не более шести объектов. При размещении, например, на странице учебника одновременно более шести объектов часть из них, расположенная в периферической области, «выпадает» из поля активного восприятия. Одновременное размещение образно-графической (картинки) и текстовой (задание или описание картинки) информации неэффективно, так как текстовая часть оказывается проигнорированной в полном объеме. Последовательное предъявление текстовой информации и иллюстрации к ней позволит оптимизировать процесс активного восприятия детей с легкой степенью УО в ходе обучения. Увеличение латентного времени фиксации взгляда и длительности каждой отдельной фиксации указывает на необходимость увеличения времени предъявления иллюстративного материала при обучении.

Литература

1. Здравоохранение в России. 2019: Стат. сб. / Росстат. М., 2019; 170 с.
2. Петрова В. Г. Психология умственно отсталых школьников. М.: Академия, 2002; 160 с.
3. Лурия А. Р. Основы нейропсихологии. М.: Академия, 2003; 384 с.
4. Бережная С. А. Особенности развития зрительного восприятия у младших школьников с нарушением интеллектуального развития. В сборнике: Материалы научно-практической конференции; Симферополь, 16 мая 2017 г. Симферополь: Ариал, 2017; с. 32–34.
5. Евлахова З. А. Особенности восприятия сюжетно-художественных картин учащимися вспомогательной школы. Учебно-воспитательная работа в спец. школах. М., 1987; 205 с.
6. Забрамная С. Д. Некоторые психолого-педагогические показатели разграничения степеней умственной отсталости у детей на начальном этапе школьного обучения. Коррекционная педагогика. 2008; 1: 5–13
7. Исаев Д. Н. Умственная отсталость у детей и подростков. СПб.: Речь, 2007; 389 с.
8. Петрова В. Г. Психология умственно отсталых школьников. М.: Академия, 2002; 160 с.
9. Рубинштейн С. Я. Психология умственно отсталого школьника.

References

1. Zdravooxranenie v Rossii. 2019: Stat. sb. / Rosstat. M., 2019; 170 s. Russian.
2. Petrova VG. Psihologija umstvenno otstalyh shkol'nikov. M.: Akademija, 2002; 160 s. Russian.
3. Luriya AR. Osnovy nejropsihologii. M.: Akademija, 2003; 384 s. Russian.
4. Berezhnaja SA. Osobennosti razvitiya zritel'nogo vosprijatija u mladshih shkol'nikov s narusheniem intellektual'nogo razvitiya. V sbornike: Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii; Simferopol, 16 maja 2017 g. Simferopol: Arial, 2017; s. 32–34. Russian.
5. Evlahova ZA. Osobennosti vosprijatija sjuzhetno-hudozhestvennyh

6. M.: Prosveshhenie, 1986; 192 s.
10. Соловьев И. М. Особенности познавательной деятельности учащихся вспомогательной школы. М., 2004; 378 с.
11. Tiadi A, Gérard C-L, Peyre H., Bui-Quoc E, et al. Immaturity of Visual Fixations in Dyslexic Children. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2016; 10: 574–84.
12. Wang S, Jiang M, Duchesne XM, Laugeson EA, et al. Atypical Visual Saliency in Autism Spectrum Disorder Quantified through Model-Based Eye Tracking. *Neuron*. 2015; 88 (3): 604–16.
13. Boot FH, Pel JJ, Evenhuis HM, et al. Delayed visual orienting responses in children with developmental and/or intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*. 2012; 47: 57–58.
14. Оганов С. П. Некоторые особенности развития читательской деятельности у детей с дислексией 9–13 лет. В сборнике: Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Фундаментальные исследования в педиатрии»; Санкт-Петербург, 31 октября 2019; СПб., 2019; с. 42–43.
15. Диневич К. В., Дунаевская Э. Б. Исследование зрительного восприятия текстов разного визуального формата у детей с умственной отсталостью. *Комплексные исследования детства*. 2019; 2: 114–120.

6. kartin uchashhimisja vspomogatel'noj shkoly. Uchebno-vospitatel'naja rabota v spec. shkolah. M., 1987; 205 s. Russian.
6. Zabramnaja SD. Nekotorye psihologo-pedagogicheskie poazateli razgranichenija stepeney umstvennoj otstalosti u detej na nachal'nom jetape shkol'nogo obuchenija. *Korrekcionnaja pedagogika*. 2008; 1: 5–13. Russian.
7. Isaev DN. Umstvennaja otstalost' u detej i podrostkov. SPb.: Rech', 2007; 389 s. Russian.
8. Petrova VG. Psihologija umstvenno otstalyh shkol'nikov. M.: Akademija, 2002; 160 s. Russian.
9. Rubinshtejn SYa. Psihologija umstvenno otstalogo shkol'nika. M.: Prosveshhenie, 1986; 192 s. Russian.

10. Solovev IM. Osobennosti poznavatel'noj dejatel'nosti uchashhihsja vspomogatel'noj shkoly. M., 2004; 378 s. Russian.
11. Tiadi A, Gérard C-L, Peyre H., Bui-Quoc E, et al. Immaturity of Visual Fixations in Dyslexic Children. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2016; 10: 574–84.
12. Wang S, Jiang M, Duchesne XM, Laugeson EA, et al. Atypical Visual Saliency in Autism Spectrum Disorder Quantified through Model-Based Eye Tracking. *Neuron*. 2015; 88 (3): 604–16.
13. Boot FH, Pel JJ, Evenhuis HM, et al. Delayed visual orienting responses in children with developmental and/or intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*. 2012; 47: 57–58
14. Oganov SR. Nekotorye osobennosti razvitija chitatel'skoj dejatel'nosti u detej s disleksiej 9–13 let. V sbornike: Tezisy dokladov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh s mezhdunarodnym uchastiem «Fundamental'nye issledovanija v pediatrii»; Sankt-Peterburg, 31 oktjabrja 2019; SPb., 2019; s. 42–43. Russian.
15. Dinevich KV, Dunaevskaja YeB. Issledovanie zritel'nogo vosprijatija tekstov raznogo vizual'nogo formata u detej s umstvennoj otstalost'ju. *Kompleksnye issledovanija detstva*. 2019; 2: 114–120. Russian.