

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
И.М. СЕЧЕНОВА МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи

Джонназаров Элдор Ихтиёрович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ У
ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА И ГЛУХОНЕМЫХ ДЕТЕЙ**

3.1.5. – Офтальмология

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

академик РАН, доктор медицинских наук,

профессор,

Аветисов Сергей Эдуардович

Москва – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	
Современные возможности исследования остроты зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей	14
1.1. Ориентировочные способы оценки остроты зрения	16
1.2. Табличные способы оценки остроты зрения	21
1.3. Объективные способы оценки остроты зрения	32
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	36
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	40
2.1. Общая характеристика исследования	40
2.2. Материал исследования.....	41
2.3. Методы исследования.....	44
2.4. Статистические методы обработки результатов исследования	47
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	49
3.1. Разработка оригинальных таблиц для исследования остроты центрального зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей.....	49
3.2. Результаты визометрии с помощью различных методов в группе I (дети дошкольного возраста без нарушений слуха и речи).....	52
3.2.1. Оценка времени, необходимого для визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI.....	53
3.2.2. Анализ «повторяемости» результатов визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI.....	56
3.2.3. Количество исследуемых, поддающихся тестированию, при	

визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI.	59
3.2.4. Сравнительная оценка результатов визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI.....	62
3.3. Результаты визометрии с помощью различных методов в группе II (дети с патологией слуха и речи)	68
3.3.1. Оценка времени, необходимого для визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI.	68
3.3.2. Анализ «повторяемости» результатов визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI.	72
3.3.3. Количество исследуемых, поддающихся тестированию, при визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI.	75
3.3.4. Сравнительная оценка результатов визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84
ВЫВОДЫ	88
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	92
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Форма информированного согласия родителя/законного представителя ребенка.....	93
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	95

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Allen picture cards – карточки Аллена с картинками

Cardiff acuity cards – карточки остроты зрения Кардиффа

Catford drum test – барабанный тест Кэтфорд

JEI/JEI – Just Evident Images/Jonnazarov Eldor Ihtiyorovich

Lea gratings – решетки Леа

Lea symbols – символы Леа

Miniature toy test – миниатюрный игрушечный тест

Opto-kinetic drum – оптокинетический барабан

Sheridan letter test – буквенный тест Шеридана

Sjogren's Hand test – тест руки Шегрена

Teller's acuity cards – карточки остроты зрения Теллера

Vis (visus) – показатель остроты зрения

Vis OD (oculus dexter) – показатель остроты зрения правого глаза

Vis OS (oculus sinister) – показатель остроты зрения левого глаза

Vis OU (oculus uterque) – показатели остроты зрения обоих глаз

Bland-Altman analysis – анализ Блэнда-Альтмана

LoA (Limits of Agreement) – показатель границ согласованности на диаграмме Блэнда-Альтмана

bias – показатель смещения медианы от нулевого значения на диаграмме Блэнда-Альтмана

SAS (Statistical Analysis System) – системы статистического анализа

SG (Statistical Graphics) – статистическая графика

P-value – P-значение

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы и степень ее разработанности

Зрительный анализатор является не только важным органом чувств, но и незаменимым источником познания окружающего мира, поскольку знакомство с любым объектом начинается с установления визуального контакта. На сегодняшний день состояния, связанные со снижением остроты зрения, занимают одно из первых мест в ряду наиболее распространенных болезней, как среди детей, так и взрослых. Зрение играет центральную роль в развитии новорожденных и детей, а ранние зрительные расстройства могут влиять на формирование двигательных навыков, когнитивных функций, социальных и коммуникативных способностей, а также на формирование социальных отношений. Следует отметить, что при оценке зрительных функций у детей одним из основных диагностических показателей является острота центрального зрения, точное определение которой представляет определенные трудности. Субъективный компонент, предполагающий вербальное участие детей в оценке оптотипов, усложняет оценку остроты зрения особенно в случаях каких-либо расстройств слуха и речи.

Нарушения зрения у глухонемых детей встречаются в 30-35 % случаев, чаще всего это связано с наличием аномалий рефракции [Stockwell E., 1952; Hollingsworth R. et al., 2014; Онакпрова О.Н. et al., 2010]. По данным Всемирной организации здравоохранения, проблема нарушения слуха затрагивает около 650 миллионов человек — это каждый девятый житель планеты, более половины из них страдают инвалидизирующей потерей слуха. В России проживает более 13 миллионов человек с нарушениями слуха, в том числе более 1 миллиона детей [М. Вуйнович — специальный представитель Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в России, 2019]. При обследовании пациентов с нарушениями слуха дефекты зрения были обнаружены более чем в четверти случаев, в структуре которых преобладали различные аномалии рефракции

[Alexander J.C., 1973; Bist J., 2011; Braly K., 1938; Guy R., 2003; Hanioglu-Kargi S., 2003; Khandekar R., 2009; Mafong D.D., 2002; Saunders K., 2010].

Оценка остроты зрения у глухонемых детей представляет собой определенные проблемы из-за коммуникативных барьеров. Глухонемые дети могут столкнуться с трудностями в процессе выполнения традиционных визометрических тестов:

- ограниченные языковые навыки - традиционные тесты основаны на устных ответах.
- отсутствие слуховых сигналов и адекватной обратной связи.

Визометрия (определение остроты центрального зрения) – отправной пункт любого офтальмологического обследования, позволяющий определять степень влияния патологических изменений на функции зрительного анализатора путем интерпретации данных с результатами других исследований. Кроме этого данные визометрии являются основой выбора метода коррекции рефракционных нарушений и оценки результатов лечения. У детей дошкольного возраста именно визометрия (наряду с методами оценки клинической рефракции) является основным методом мониторинга развития зрительного анализатора и диагностики различных патологических изменений.

Различные методики визометрии основаны на оценке исследуемым знаков (оптотипов) различной величины, предъявляемых с помощью печатных таблиц, проектора знаков, транспарантного (подсвечивающих) прибора и на экране монитора компьютера.

Наиболее распространенной на территории Российской Федерации и части стран, ранее входивших в состав Советского Союза, является печатная таблица Сивцева-Головина, которая состоит из двух половин, одна из которых содержит ряды строк с печатными буквами русского алфавита, а другая – с кольцами Ландольта. Кольца Ландольта представляют собой кольца с разрывом, направленным вверх, вниз, влево или вправо [Головин, С.С., 1923; Головин, С.С., 1925; Головин, С.С., 1927; Головин, С.С., 1928; Головин, С.С., 1928].

Ряд обстоятельств могут снижать информативность визометрии с помощью таблицы Сивцева-Головина у здоровых детей дошкольного возраста и глухонемых детей:

- расстояние между пациентом и таблицей должно составлять 5 метров, что затрудняет контакт с ребенком;
- соотношение между деталью знака и знаком равно 1:5;
- трудности со знанием букв алфавита и определением ориентации колец;
- «плотное» расположение опто типов и идентичные интервалы между строками 6-12;
- низкая заинтересованность детей в проведении обследования: проверочная таблица находится на удалении и знаки могут быть им не очень хорошо различимы и, как следствие продолжительность исследования;
- трудности получения информации от глухонемых детей;
- невозможность имитации игрового компонента в процессе исследования.

В известной степени указанные недостатки устранены в таблице для определения остроты зрения у детей дошкольного возраста Орловой. Несмотря на очевидную адаптированность к офтальмопедиатрической практике, визометрия по таблице Орловой также имеет ряд недостатков:

- степень узнаваемости опто типов в одном и том же ряду заметно варьирует и во многом зависит от уровня развития ребенка;
- в рядах 8, 9 и 10, соответствующих остроте зрения 0.8, 0.9 и 1.0, из-за увеличенного количества опто типов, может иметь место затрудненное восприятие и увеличение время поисковой зрительной фиксации опто типов;
- рекомендуемое для исследования расстояние от таблицы (5 метров) с одной стороны затрудняет контакт с ребенком, а с другой – требует

наличия специального помещения, что затрудняет проведение скрининговых обследований детей дошкольных учреждений;

- таблица не адаптирована для исследования остроты зрения у глухонемых детей.

Согласно данным международного руководства таблицы для исследования остроты зрения у детей младшего возраста должны соответствовать семи основным критериям [Anstice N.S., 2014]:

- оптоотипы должны быть черными на белом фоне;
- в тест должны быть включены элементы вытеснения;
- используемые оптоотипы (рисунки и буквы) должны быть примерно одинаковой разборчивости;
- расстояние между соседними оптоотипами по горизонтали не должно быть меньше одного оптоотипа;
- расстояние между оптоотипами по вертикали должно быть меньше высоты большей из двух линий оптоотипов;
- в каждой строке должно быть отображено не менее пяти оптоотипов;
- размеры оптоотипов должны иметь геометрическую прогрессию (постоянное соотношение) размеров шага в 0,1 логарифмических единиц на строку.

Из применяемых за рубежом в офтальмопедиатрической практике методик визометрии всем семи критериям соответствуют только тесты Lea, Patti и ETDRS [Anstice N.S., 2014].

Таким образом, совершенствование методик исследования остроты зрения у детей дошкольного возраста в плане повышения точности, упрощения и доступности (в том числе при обследовании глухонемых пациентов) остается актуальной задачей.

Цель исследования

Совершенствование системы оценки остроты зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей на основе оригинальной и принципиально новой таблицы.

Задачи исследования

1. Анализ существующих принципов и методов визометрии у детей дошкольного возраста и глухонемых детей.
2. На основе известных принципов создание оригинальной таблицы для визометрии с учетом специфических условий обследования детей дошкольного возраста и с нарушением слуха и речи.
3. Разработка алгоритма сравнительной оценки эффективности методик визометрии у детей дошкольного возраста и глухонемых детей на основе различных критериев.
4. Анализ результатов визометрии с помощью разработанной таблицы у детей дошкольного возраста и глухонемых детей на основе сравнения с известными способами визометрии с помощью следующих критериев:
 - время, необходимое для исследования;
 - коэффициент т.н. ретестовой надежности, характеризующийся числом совпадений результатов визометрии при повторном исследовании;
 - количество исследуемых, поддающихся тестированию;
 - сравнительная оценка результатов визометрии на основе анализа совпадения и различия данных различных методов, а также с помощью метода Блэнда-Альтмана (Bland-Altman analysis).
5. На основе полученных данных сформулировать практические рекомендации по применению разработанной таблицы для визометрии у детей дошкольного возраста и глухонемых детей.

Предмет диссертационного исследования

Исследование возможностей повышения точности и достоверности результатов проверки остроты зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей на основе принципиально нового и простого способа визометрии.

Объект клинического исследования

Дети дошкольного возраста и глухонемые дети, у которых на основе различных критериев проведена оценка различных способов визометрии.

Научная новизна исследования

1. Разработана принципиально новая таблица для оценки остроты зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей. Новизна предложенного способа визометрии подтверждена патентом РФ (RU 2 703 697 C1, заявка № 2018131625, приоритет изобретения 03 сентября 2018 г., дата государственной регистрации в государственном реестре изобретений РФ 21 октября 2019 г.)
2. Разработан алгоритм исследования на основе принципиально новой таблицы, обеспечивающий возможность достоверной оценки остроты центрального зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей.
3. Впервые на репрезентативном клиническом материале проведена комплексная сравнительная оценка методов визометрии у детей дошкольного возраста и глухонемых детей.
4. Впервые проанализированы клинические результаты визометрии с помощью разработанной таблицы у детей дошкольного возраста и глухонемых детей на основе сравнения с известными способами визометрии с помощью комплекса критериев (время, необходимое для исследования; совпадение и несовпадение результатов с известными тестами для визометрии; коэффициенты надежности при повторном исследовании; количество исследуемых, поддающихся тестированию при применении различных тестов).

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработанная методика исследования остроты центрального зрения на основе принципиально новой таблицы, включающей карточки, дублирующие оптоотипы, упрощает и повышает эффективность визометрии у детей дошкольного возраста и глухонемых детей за счет упрощения распознавания оптоотипов и сокращения времени исследования.

Методология и методы диссертационного исследования

Методика диссертационного исследования основана на системном подходе к изучаемой проблеме с применением последовательно выполненных на современном уровне клинических (функциональных) исследований, а также статистических и аналитических способов научного познания.

Для статистической обработки результатов исследуемых данных использованы методы описательной статистики и методики межгруппового сравнения с использованием современного программного статического анализа.

Положения, выносимые на защиту

1. Способ исследования остроты зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей с помощью принципиально новой таблицы, основными отличиями которого являются «рабочее» расстояние исследования и наличие дублирующих оптоотипы карточек.
2. Преимущества и эффективность нового способа исследования остроты зрения у детей дошкольного возраста по сравнению с ранее известной методикой.
3. Универсальность предложенного способа визометрии за счет возможности обследования глухонемых детей.

Степень достоверности и апробация результатов

Высокая степень достоверности полученных результатов подтверждается достаточным объемом клинического материала и использованием современных методов и методических подходов, соответствующих поставленным задачам.

Выводы, сформулированные в диссертации, подтверждены клиническим данными, анализом литературы, точностью статистической обработки полученных результатов в сочетании с системным анализом для интерпретации полученных данных.

Материалы работы были представлены, доложены и обсуждены на 5 международных симпозиумах: Международная научно-практическая конференция «Инновационные подходы в медицинской диагностике и лечении: взгляд молодых ученых» (Ташкент, 2019), V конференции студентов и молодых ученых «Педиатрические чтения» посвященная памяти великих российских ученых-педиатров А.А. Колтыпина, Д.Д. Лебедева, П.А. Пономарёвой, Н.С. Кисляк. (Москва, 2019), АСПИРАНТСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2019 и всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Молодые ученые: научные исследования и инновации» (Самара, 2019), V Всероссийской научно-практической конференции РУДН с международным участием «МЕДИЦИНСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ: НАУКА И ПРАКТИКА – 2021» (Москва, 2021), Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2022», секция «Клиническая медицина» (Москва, 2022), Международный проект «Лучший молодой ученый стран Содружества Независимых Государств – 2022», г. Нур-Султан, Казахстан и EyeWiki.org – база глазная энциклопедия Американская академия офтальмологии (Category:Pediatric Ophthalmology/Strabismus: Visual Acuity Assessment in Deaf-Mute Children).

Личный вклад автора в проведенные исследования

Автором проведена обработка и анализ научной отечественной и зарубежной литературы, сформулирована проблема, требующая разрешения, обоснована степень ее разработанности в соответствии с теоретической базой, на основе чего определены цель и задачи настоящего исследования. Автором разработана методология применения разработанного подхода в клинической практике. Автор лично участвовал как в разработке принципиально нового способа визометрии, так и в проведении клинических исследований, а также в подготовке и оформлении

докладов, публикаций и оформление заявок на изобретения на патентов по теме диссертации, обработке и интерпретации полученных результатов.

Внедрение результатов работы

Результаты настоящего исследования внедрены в учебный процесс кафедры глазных болезней Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) при изучении дисциплины Офтальмология, читаемой студентам (аспирантам) по направлению подготовки 3.1.5. Офтальмология (Акт № 380 от 19.02.2024 г).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация соответствует пункту 2. Усовершенствование известных и разработка новых методов диагностики органа зрения и его придаточного аппарата паспорта научной специальности 3.1.5. Офтальмология.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, из них 2 – в научных журналах, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определенных Высшая аттестационная комиссия Российской Федерации, 2 – опубликованы в журнале зарубежной печати индексируемом в Scopus. Получен 1 патент РФ на изобретение.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертация изложена на 107 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов собственных исследований, заключения, выводов, списка литературы, включающего 117 источников (23 отечественных и 94 зарубежных авторов). Диссертация иллюстрирована 5 таблицами и 52 рисунками (диаграмм, графиков и микрофотографий).

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Современные возможности исследования остроты зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей

Визометрия (определение остроты центрального зрения) – обязательный отправной этап любого офтальмологического обследования. Процесс визометрии основан на оценке способности исследуемого к различению и восприятию тест-объектов различной величины и конфигурации.

Достоверное определение остроты зрения у детей дошкольного возраста с помощью таблиц, включающих оптоотипы различных величины и конфигурации, связано с определенными трудностями в первую очередь из-за отсутствия полноценного контакта, а также сложностями восприятия и трактовки детьми предъявляемых объектов.

Указанные проблемы при обследовании глухонемых детей усугубляются не только сложностями полноценного контакта врача с пациентом, но и целым рядом особенностей развития этого контингента детей. У детей с нарушениями слуха нормально функционирующая зрительная система – основа для развития эффективных коммуникативных навыков и получения информации [92]. Отмечено, что аномалии рефракции, трудности поддержания зрительного внимания и глазодвигательные нарушения чаще возникают у детей с нарушениями слуха по сравнению с детьми с нормальным слуховосприятием [63, 64]. Так, при сравнительном исследовании частоты первичных аметропий у пациентов с нарушениями слуха и нормальным слухом (64 и 68 наблюдений, соответственно) клиническую рефракцию оценивали на основе субъективных и объективных тестов [71]. Гиперметропия, миопия и астигматизм при нарушении слуха были выявлены в 21,9; 7,8 и 21,9% случаев, соответственно. В контрольной группе эти показатели составили 17,6; 13,2 и 14,7%, соответственно. Эти результаты подчеркивают важность ранней оценки зрения для людей с потерей слуха [92]. Между тем, скрининговое исследование показало, что у глухих детей приблизительно в половине случаев дефект зрения оставался необнаруженным до скрининга [27,

115]. Эти данные побудили детскую подгруппу Британского национального комитета по скринингу в мае 2000 года рекомендовать прохождение регулярного экспертного обследования глаз (проводимое ортоптистом и офтальмологом) детям с глухотой или другими нарушениями.

Распространенность врожденных дефектов, вызывающих нарушения слуха, составляет 0,1–0,3% и более 20 миллионов человек в Соединенных Штатах страдают нарушениями слуха [90, 100, 111]. У лиц с глубокими нарушениями слуха обнаружение изменений окружающей среды и ориентация внимания в первую очередь зависят от зрения, а сенсорная депривация связана с кроссמודальными нейропластическими изменениями в головном мозге и зрительными нарушениями [34, 73, 86, 87, 96, 99].

На основе функциональной магнитно-резонансной томографии было показано, что у людей с нарушениями слуха существует асимметрия восприятия периферического зрения [106] и замедленная реакция на периферийные зрительные цели [102]. Достоверная оценка зрительных функций и индивидуальная коррекция стратегий реабилитации имеют большое значение для улучшения качества их жизни и помогают им полностью раскрыть свой потенциал [55, 107].

В результате офтальмологического осмотра 279-и глухонемых учащихся школы Ли Де в Гуанчжоу (Китай) у 100 детей (35,8% случаев) были обнаружены различные расстройства зрения одного или обоих глаз, что по мнению авторов превышало частота глазных дефектов в «нормальной популяции» [79]. Подчеркнута важность специальных обследований для диагностики, ранней коррекции аномалий рефракции среди глухонемых (в т.ч. визометрии).

Отмечено, что к концу первого года жизни у глухого ребенка выявляются отличия от слышащего, обусловленные отсутствием слуха. Выделение визуально воспринимаемых объектов, не подкрепленное слухом, происходит менее активно, чем у слышащих детей [23]. Практическая ориентация на свойства предметов развивается в основном на третьем году жизни: дети начинают обращать внимание на размер, цвет, форму предметов, пространственные отношения между ними [14,

17, 21]. Позднее появление предметных действий связано с непониманием речи взрослого и более медленным формированием взгляда "ищущего оценки", который помогает привлечь внимание к предмету [15, 22]. Таким образом, одной из основных причин отставания в ориентации в пространстве является отсутствие или резкое недоразвитие речевого общения и средств невербального общения (жестов, мимики и т.д.).

Существующие методы оценки остроты зрения можно разделить на субъективные и объективные. Субъективные методы в свою очередь подразделяют на ориентировочные и табличные варианты визометрии.

В основу ориентировочных методов визометрии заложена потенциальная реакция ребенка на свет, объект или на какой-либо расположенный на различных расстояниях предмет. Ориентировочные методы, как правило, используют при обследовании детей первых лет жизни.

«Табличная» визометрия основана на способности исследуемого к различению знаков (или опто типов) различной величины и конфигурации, расположенных на определенном расстоянии. Стандартную «табличную» визометрию относят к т.н. субъективным диагностическим методикам, поскольку процесс исследования базируется на ответах исследуемого.

Объективные (т.е. не требующие «участия» ребенка в оценке результатов исследования) способы оценки остроты зрения (зрительные вызванные потенциалы, оптокинетический нистагм) предполагают регистрацию функциональных показателей, косвенно свидетельствующих о различении исследуемым предъявляемых объектов.

1.1. Ориентировочные способы оценки остроты зрения

Ориентировочные способы направлены только на выявление предметного зрения и позволяют лишь приблизительно оценить его уровень в количественном отношении. Наиболее информативными из них в силу минимизации зависимости результатов от степени понимания ребенком сути исследования являются различные варианты **теста предпочтительного взора (предпочтительного**

поиска, форсированного избирательного зрения) [24, 28, 30, 40, 41, 43, 47, 50-53, 67-69, 75, 77, 78, 81-84, 91, 92, 109, 110, 116, 117]. Тест предпочтительного взора основан на произвольной фиксации ребёнком объекта при различении в нем отдельных элементов (т.е. условно структуры), при этом в качестве контрольного и одновременно предъявляемого применяют однотонный объект. Уменьшение элементов структурного объекта (например, размеров белых и черных полос) может быть использовано для условной количественной оценки остроты зрения.

Одним из вариантов исследования предпочтительного взора является **тест Теллера** (рис. 1) [50, 81-84, 109, 110]. При проведении теста врач находится за экраном с отверстием для наблюдения за ребенком. На обращенной к ребенку поверхности экрана расположены однородный, фоновый объект с одной стороны и объект с чередующимися черными и белыми полосами различной ширины – с другой. Ребенок располагается лицом к экрану на расстоянии 38 см, а врач фиксирует наличие и направление движения головы и глаза в ответ на предъявление структурированного стимула. Тест применим для проверки остроты зрения у детей в возрасте до 4 месяцев, а также у глухонемых детей более старшего возраста. Острота зрения, определяемая этим методом, колеблется от 6/240 у новорожденных до 6/60 – у детей в возрасте 3 месяца и 6/6 – в возрасте 36 месяцев. Следует отметить достаточно высокую вероятность ложноположительных результатов при проведении данного теста.



Рисунок 1. Стимулы с чередующимися черными и белыми полосами для проведения теста Теллера (изображение предоставлено из Google).

Предпочтительный визуальный тест можно проводить и с помощью **решеток Леа** (рис. 2), используемый для оценки остроты зрения младенцев и детей с ограниченными возможностями) [28, 30, 75]. Частота решеток (количество циклов на сантиметр поверхности) составляет 0,25, 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 и 8,0 имп/см.



Рисунок 2. Общий вид одной из решеток Леа для проведения теста предпочтительного взора (изображение предоставлено из Google).

При проведении **теста Уорта**, рекомендуемого для применения у детей в возрасте от одного года до трех лет, используют 5 шариков из слоновой кости размером от 0,5 до 2,5 дюймов [69]. Ребенка просят подобрать каждый из шариков, располагающихся на расстоянии 18 футов, начиная с самого большого. Остроту зрения оценивают в соответствии с размером самого маленького шарика, который смог увидеть ребенок.

В т.н. **конфетном тесте Боек** используют леденцы разного размера на расстоянии 40 см, предполагая, что ребенок возьмет конфеты. Остроту зрения

ориентировочно оценивают по размерам самой маленькой «бусинки», которую может взять ребенок.

Тест Кардиффа основан на т.н. принципе исчезающих оптотипов и представляет собой набор из карточек с легко узнаваемыми фигурами (домик, рыбка, собака, утка, поезд), расположенных либо в верхней, либо в нижней половине карточки (рис.3) [24, 51, 53, 117] Карты откалиброваны для индикации остроты зрения от 20/20 до 20/200 и предъявляются на уровне глаз ребенка на расстоянии 1 метра (при значительном снижении остроты зрения возможно уменьшение расстояния до 0,5 метра). Критерий соответствия указанной на карточке остроте зрения – изменение взора ребенка в направлении предъявляемой фигуры. Идентификационный уровень остроты зрения и эквивалент по оптотипам Снеллена указаны на обратной стороне каждой карточки [43, 68, 116].

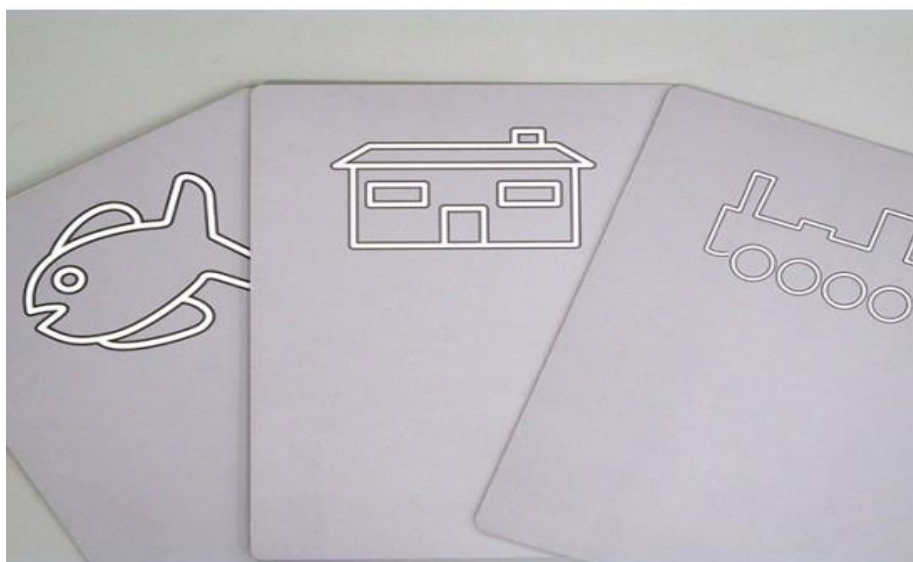


Рисунок 3. Карты Кардиффа для определения остроты зрения у детей
(изображение предоставлено из Google).

Серия тестов для ориентировочной оценки остроты зрения у детей основана на способности исследуемого идентифицировать предметы различного размера [43, 68, 116, 117].

Миниатюрный игрушечный тест (рис. 4) ранее использовали при обследовании детей-инвалидов и пациентов с низким интеллектом. Два идентичных набора игрушек для проведения теста (один – для врача, другой – для ребенка) включают легко узнаваемые игрушки различных размеров (автомобили, самолеты, карты, ножи, ложки и т. д.). Врач, демонстрируя с расстояния 10 футов игрушку из собственного набора, просит ребенка взять подобный предмет из располагающегося рядом с ним набором. Уровень зрения оценивают, предъявляя игрушки различных размеров.

Модифицированная версия теста миниатюрных игрушек, первоначально разработанная Шериданом (1975), была стандартизирована на выборке из 425 детей в возрасте от 18 месяцев до 4,5 лет. Тест больше подходит педиатру-эволюционисту для оценки детей с задержкой развития, чем врачам первичного звена и патронажным сестрам при скрининге практически здоровых детей [40, 47, 67, 77, 78, 91].



Рисунок 4. Набор предметов для проведения миниатюрного игрушечного теста (изображение предоставлено из Google).

В наиболее упрощенном виде ориентировочная оценка предметного зрения может быть проведена с помощью т.н. **теста монет** (рис. 5) – ребенку показывают

монеты разного размера и ожидается, что он поднимет монеты, которые хорошо видны.



Рисунок 5. Набор предметов для проведения теста монет (изображение предоставлено из Google).

Следует отметить, что применение ориентировочных способов визометрии имеет особое значение при обследовании глухонемых детей с различными аномалиями рефракции. Такие дети в значительной степени полагаются на зрение, чтобы развивать эффективные коммуникативные навыки и исследовать окружающий мир [92].

1.2. Табличные способы оценки остроты зрения

Термин «табличные способы» объединяет различные методики визометрии, основанные на субъективной оценке ребенком отдельных знаков (оптотипов) различной величины, объединенных в отдельные таблицы или карты [6, 8-13, 16, 19, 20, 28, 29, 37, 42, 45, 49, 57, 58, 62, 72, 76, 81, 85, 93, 95, 97, 98, 101, 105, 112, 114]. Остроту зрения измеряют в относительных единицах. Основным преимуществом табличной визометрии является потенциальная возможность количественной характеристики остроты зрения, а недостатками – необходимость полноценного контакта с ребенком и определенный уровень развития последнего. Построение таблиц для визометрии основано на принципе, предложенном в 1862 г. Г. Снелленом., согласно которому все буквы в таблице видны под углом зрения, который равен 5° , а их детали — под углом 1° . Определяемую по таблицам остроту зрения обычно выражают десятичной дробью по формуле: $V = d / D$, где V - острота зрения, d -расстояние, с которого глаз видит данный ряд знаков, D -расстояние, с

которого нормальный глаз должен видеть этот ряд знаков. Остроту зрения обычно определяют с расстояния 5 метров, считая что с этого расстояния пучок лучей, попадающих в глаз исследуемого является практически параллельным.

Буквенную таблицу **Снеллена** (рис. 6) широко применяют в странах, в которых используют латинский алфавит [85]. В сравнительном исследовании остроты зрения с помощью таблицы символов LEA с тестовой таблицей Снеллена у детей дошкольного возраста 3-5 лет корреляция между данными составляла 0,256 и 0,213 для правого и левого глаза, соответственно. Данные визометрии с помощью символов LEA оказались выше по сравнению с результатами исследования по таблице Снеллена [114].

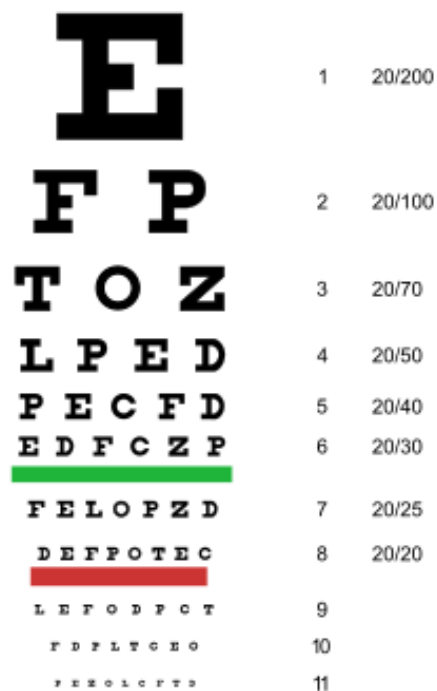


Рисунок 6. Таблица Снеллена для проверки остроты зрения
(изображение предоставлено из Google).

В таблице **Головина** использованы не буквы, а кольца с разрывом (т.н. опто типы Ландольта. **Е. Landolt, 1846-1926, швейц. офтальмолог**) (рис. 7). Угловое расстояние разрыва в зависимости от размеров опто типа составляет между ними равно одной угловой минуте (1/60 градуса). В линейном измерении с расстояния 5 метров эта угловая величина о соответствует 1,45 миллиметра. В

процессе визометрии пациент должен указать сторону, на которой в опто типе располагается разрыв. К преимуществам таблицы Ландольта следует отнести принципиальную возможность исследования остроты зрения у детей и взрослых, которые не владеют грамотой или не могут назвать буквы по каким-то другим причинам [8-12, 49, 45, 97, 105].

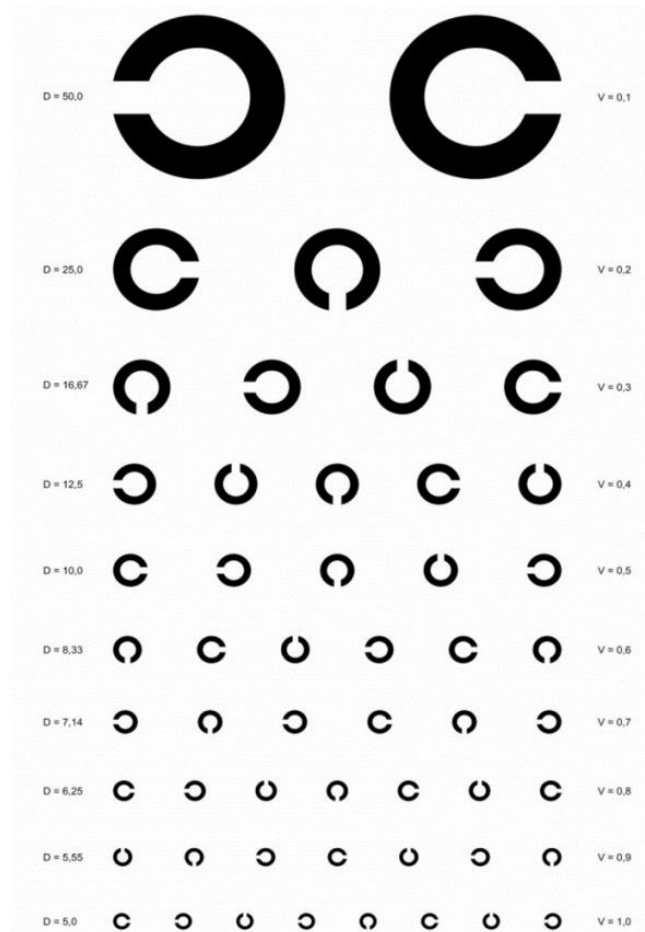


Рисунок 7. Таблица Головина (Опто типы Ландольта) для определения остроты зрения

(изображение предоставлено из Google).

Комбинированная таблица **Сивцева-Головина** (рис. 8) состоит из двух частей, на одной из которых представлены буквы русского алфавита (Н, К, И, Б, М, Ш, Ы), а на другой – опто типы Ландольта. В буквах и опто типах Ландольта соотношение между деталью знака и знаком равно 1:5. Фон таблицы - белый, а знаки - черные. Напротив каждого ряда в таблице с первого по десятый отмечена

острота зрения от 0,1 до 1,0 с интервалом 0,1; одиннадцатый и двенадцатый ряды соответствуют остроте зрения 1,5 и 2,0. Изменение величины опто типов выполнено в арифметической прогрессии в десятичной системе так, что при исследовании с пяти метров чтение каждой последующей строки сверху вниз свидетельствует об увеличении остроты зрения на 0,1. Этот принцип нарушен в двух последних строках, различие опто типов в которых свидетельствует об увеличении остроты зрения на 0,5 [8-13, 20]. Несмотря на внедрение в клиническую практику проекционных методик визометрии, таблицы Сивцева-Головина до сих пор широко используют в РФ и республиках постсоветского пространства [6, 16].

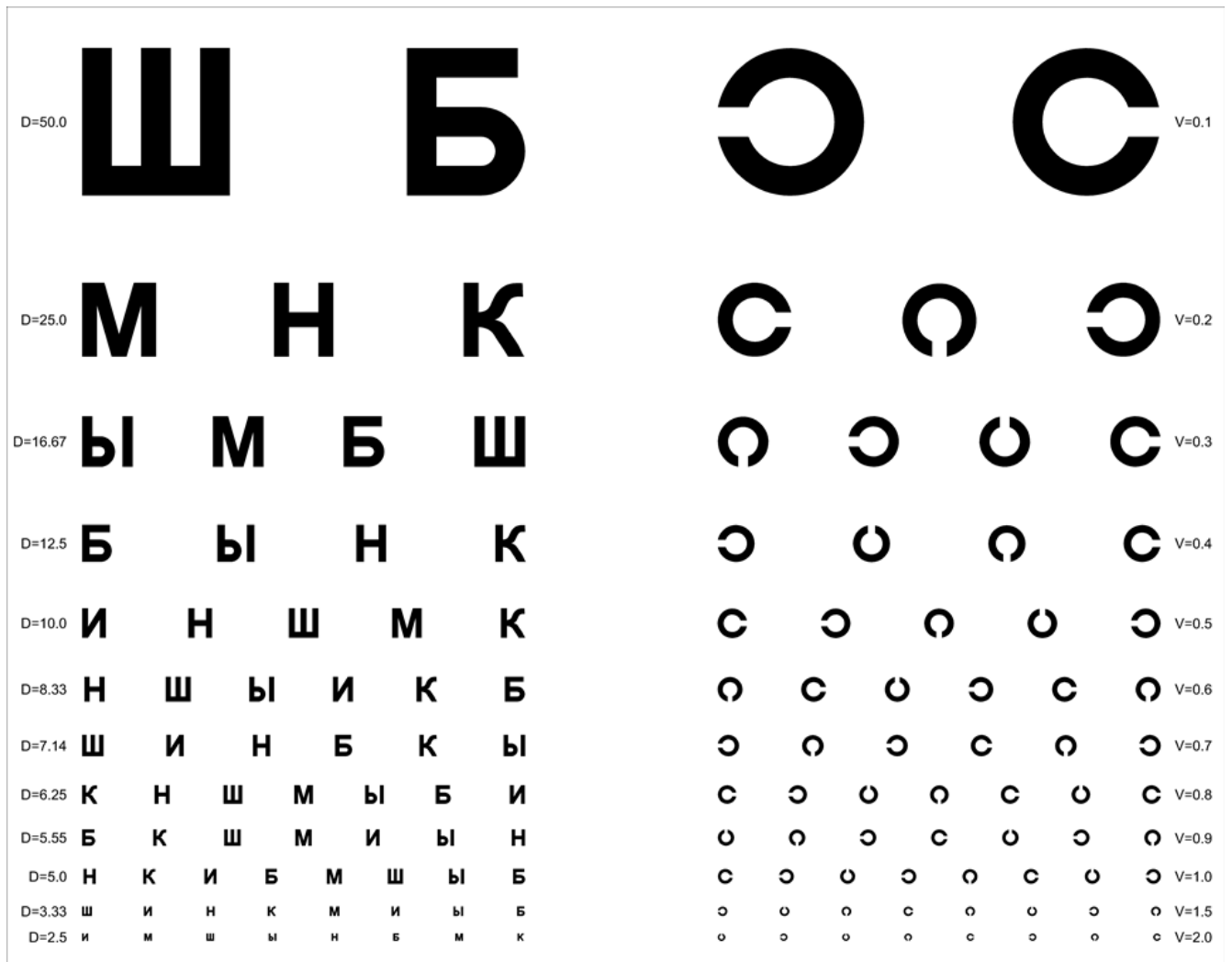


Рисунок 8. Таблица Сивцева-Головина для определения остроты зрения

(изображение предоставлено из Google).

Определенные сложности при исследовании остроты зрения у детей дошкольного возраста по таблицам, включающим буквенные знаки и оптоотипы Ландольта, послужили основанием для разработки специальных «детских» таблиц. В таблице **Орловой** (рис. 9) в качестве оптоотипов использованы изображения предметов, которые должны быть знакомы и узнаваемы детьми. Исследование проводят в затемненной комнате на расстоянии 5 метров от таблицы, закрепленной в аппарате для ее освещения (аппарат Рота). Таблица Орловой представляет собой один лист бумаги форматом 580×520 см, на котором изображены оптоотипы (рисунки) разного размера в виде звезды, гриба, елки, круга, курицы, машины, лошади, самолета, слона, мотоцикла. Фон таблицы белый, а оптоотипы черные. Оптоотипы сгруппированы в две колонки: в левой находится 5 рядов, а в правой – 7. Оптоотипы в рядах сверху вниз постепенно уменьшаются в размере, напротив каждого ряда отмечена острота зрения: в левой колонке – от 0,1 до 0,3, в правой колонке – от 0,4 до 1,0. При уменьшении размеров количество оптоотипов возрастает от трех до восьми. В каждой строке картинки отличаются друг от друга, что исключает возможность случайного узнавания. Существует несколько разновидностей таблицы Орловой, где сами картинки могут различаться, но суть остается прежней и способ контроля при этом не отличается [19].

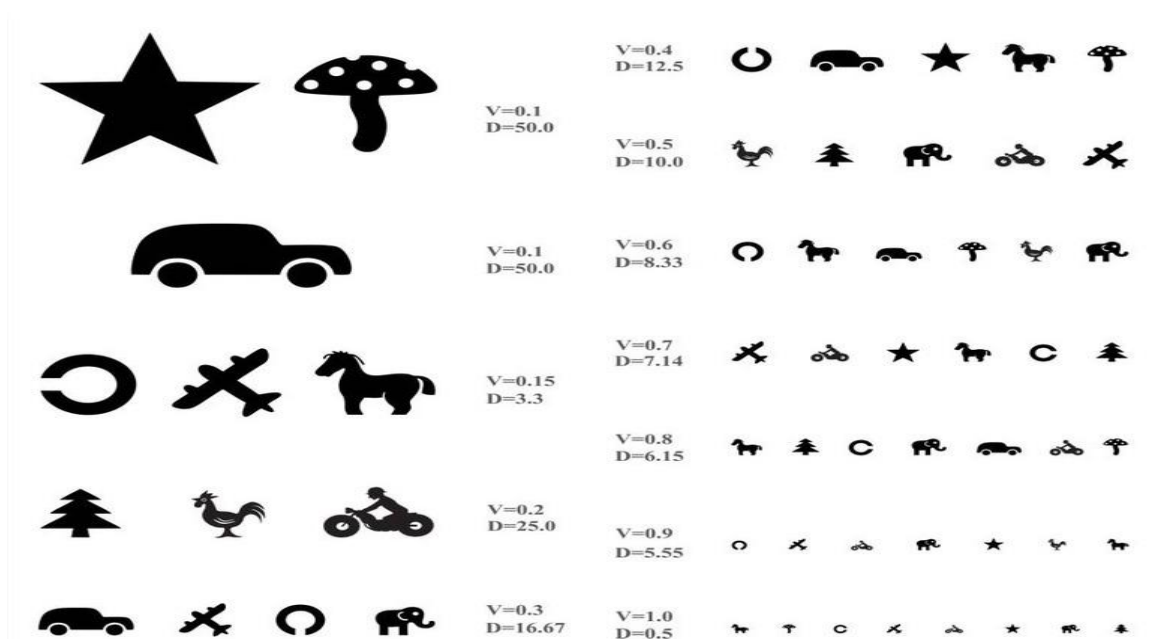


Рисунок 9. Таблица Орловой для определения остроты зрения у детей дошкольного возраста (изображение предоставлено из Google).

В зарубежной офтальмопедиатрической практике широко используют визометрию с помощью **символов LEA** [42, 58, 62, 93, 95, 98, 114]. Таблица состоит всего из четырех легко узнаваемых детьми различного возраста опто типов (яблоко, дом, квадрат и круг; рис. 10) Этот тест позволяет достаточно легко оценить уровень остроты зрения у детей даже задолго до того, как они познакомятся с буквами и цифрами, используемыми в других стандартных таблицах зрения [28, 29, 57, 58, 98].

В одном из исследований с помощью указанного теста представлены результаты обследования 385-и детей в возрасте от 21-го до 93-х мес в рамках планового осмотра в городской педиатрической практике с оценкой остроты зрения. Показана информативность теста Леа при оценке остроты зрения у детей. В группе детей раннего возраста (до 36 мес) остроту зрения удалось определить на обоих глазах в 54% случаев, а в возрастных группах старше 36 и 48 мес = в 76 и 95% случаев, соответственно [28]. В специально сформированной группе из 90 детей, у которых были исключены косоглазие, аметропия и любые органические заболевания глаз, проведена сравнительная оценка возможностей определения и показателей остроты зрения, полученных с помощью теста Леа и таблицы Ландольта. Остроту зрения удалось определить в 77 и 48% случаев, соответственно, вероятность определения усиливалось с возрастом. Уровень остроты зрения при использовании теста Леа колебался от 0,32 до 2,0 (медиана 1,0), теста Ландольта – 0,16 до 1,25 (медиана 0,8). Между глазами разница остроты зрения при тестировании с помощью символов Леа не превышала одной строки в 90 % случаев. Основной вывод проведенного исследования – символы Леа информативны при оценке остроты зрения в раннем детстве [28]. Полученные в другом исследовании результаты свидетельствуют о том, что почти каждый ребенок старше 30 месяцев может быть протестирован с помощью символов Леа [29].

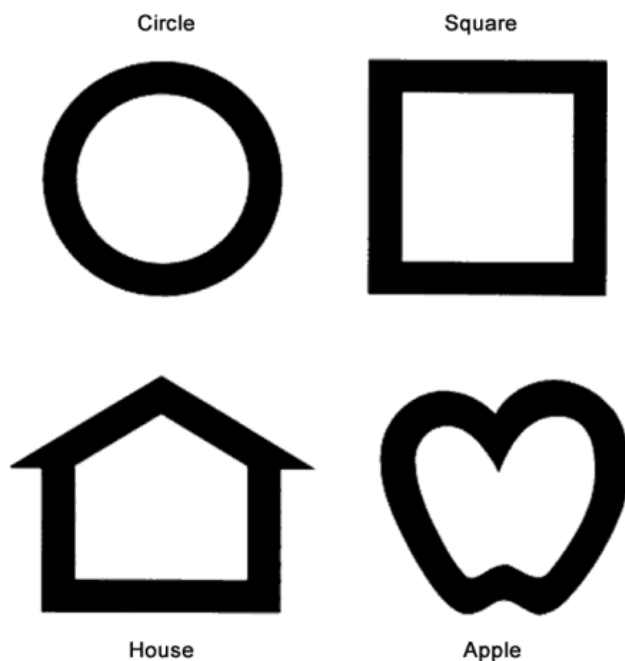


Рисунок 10. Символы Леа (изображение предоставлено из Google).

При проведении теста Аллена (рис. 11) для проверки остроты зрения у детей дошкольного возраста используют семь штриховых черно-белых рисунков (торт ко дню рождения, телефон, всадник, плюшевый мишка, автомобиль, дом и дерево), которые нарисованы на пластиковых (10x10см) белых карточках. В сравнительном исследовании остроту зрения у детей измеряли с помощью опто типов Аллена и Снеллена с использованием монитора [76]. Выявлено, что тест Аллена завышает остроту зрения по сравнению с тестом Снеллена, что, по-видимому, является результатом конструкции опто типов. Это несоответствие следует учитывать при измерении остроты зрения у детей раннего возраста. Результаты противоположного характера были получены при сравнительном исследовании с использованием модифицированного теста Аллена (строчное предъявление объектов), возможно из-за взаимодействия контуров, аналогичного тесту с буквенными линиями [81].



Рисунок 11. Карточки Аллена с картинками для проверки остроты зрения у детей дошкольного возраста (изображение предоставлено из Google).

В буквенном тесте **Шеридана** (рис. 12) использованы буквы (V,T,O,H,X,A,U) которые по мнению разработчика дети могут узнавать и копировать в раннем возрасте. Буквы предъявляют по одной на флип-карте, а ребенок с помощью карточки-ключа со всеми буквами должен указать букву, которую он видит. После объяснения сути исследования ребенку тест можно проводить на расстоянии 6 или 3 метров. **Тест Липпманса** является разновидностью буквенного теста Шеридана – это более простая версия, состоящая всего из четырех букв (H,O,T,V).

По данным сравнительного исследования скрининговых тестов у детей в возрасте от 3-х до 7-и лет был сделан вывод о том, что результаты, полученные с помощью теста Шеридана, не следует рассматривать как прямо сопоставимые с результатами диаграммы Снеллена и в случаях, в которых возможно использовать диаграмму Снеллена, следует рассматривать этот тест как метод выбора при скрининге детей школьного возраста. [37]. При сравнении результатов применения тестов Леа и Шеридана у детей дошкольного возраста (в среднем $5,3 \pm 0,7$ года) в

Малайзии выявлена более высокая чувствительность (97,5%) теста Леа и более высокая специфичность (92,0%) теста Шеридана [93]. Сопоставимые результаты были получены в аналогичном исследовании, проведенном в полугородском районе Южной Индии. Авторами сделан вывод о том, что символы Леа являются предпочтительным инструментом по сравнению с тестом Шеридана при проверке остроты зрения дошкольников [95].

При сравнении результатов визометрии 757-и детей 3-х – 7-и лет с помощью тестов Липпманса и Леа для проверки зрения дошкольников в качестве критериев использовали время, необходимое для исследования, показатель надежности и количество наблюдений, поддающихся тестированию [62]. Каждый ребенок был обследован дважды в течение 6 недель. Среднее время тестирования было значительно меньше для детей старшего возраста, но это не было связано с используемой таблицей. Коэффициенты надежности были одинаковыми для обоих тестов. Количество наблюдений, поддающихся проверке по каждой диаграмме, увеличивалось с возрастом ребенка. Количество наблюдений, поддающихся тестированию, среди трехлетних детей оказалось больше при использовании символов Леа по сравнению с диаграммой HOTV (92 против 85%). Основной вывод: таблица Леа является приемлемым методом визометрии у дошкольников и более эффективна чем таблица HOTV при обследовании 3-летних детей.

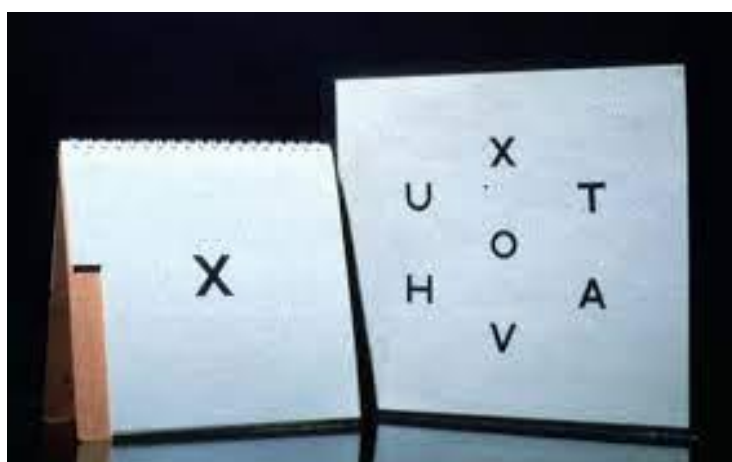


Рисунок 12. Буквенные знаки, предъявляемые при проведении теста Шеридана (изображение предоставлено из Google).

Основой т.н. **диаграммы Е** (рис. 13) является буквенный знак Е, горизонтальные детали которой ориентированы в различных направлениях. Тест можно использовать либо в виде таблицы, либо в виде распечатки на отдельной карточке. Задача исследуемого – правильно указать направление деталей буквы Е (вправо, влево, вниз, вверх). В проспективном исследовании были проанализированы результаты визометрии с использованием колец Ландольта и диаграммы Е 100-а детей в возрасте до 10 лет [72]. Показатели остроты зрения, полученные с помощью диаграммы Е были значительно выше, чем при применении для колец Ландольта.

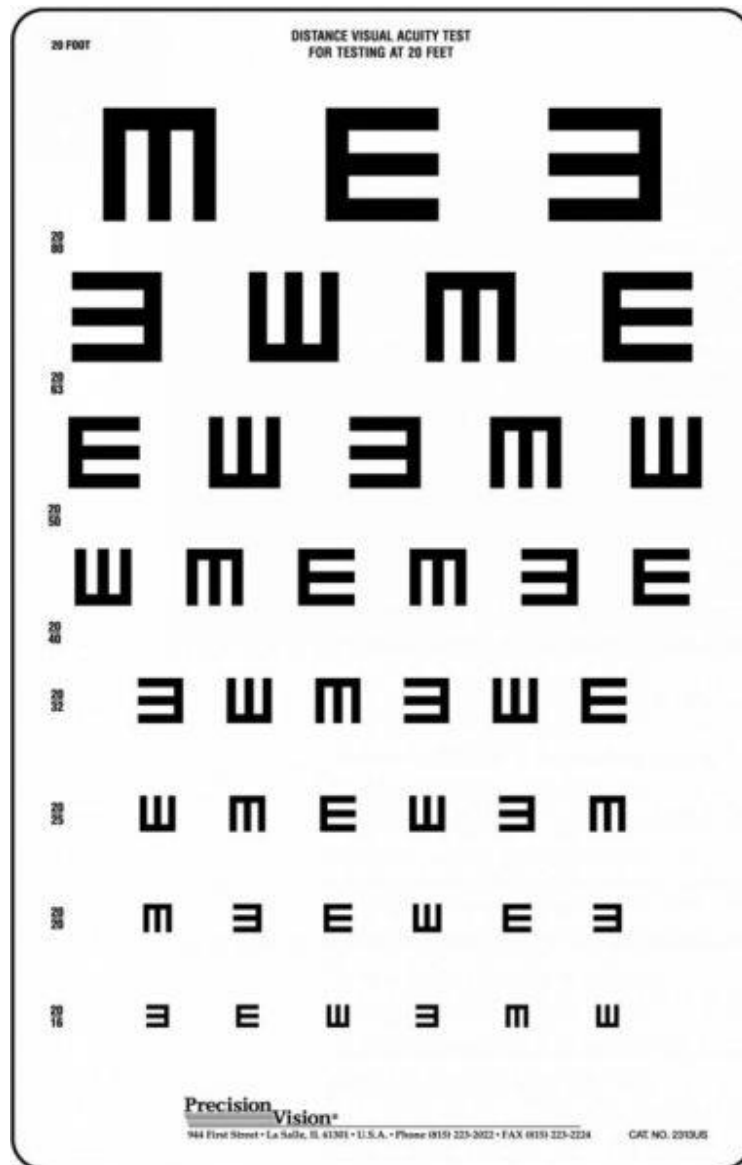


Рисунок 13. Е-диаграмма для проверки остроты зрения (изображение предоставлено из Google).

Аналогичный принцип заложен в **ручной тест Шегрена** (Рис. 14), который включает ориентированные в различных направлениях изображения ладоней с пальцами.

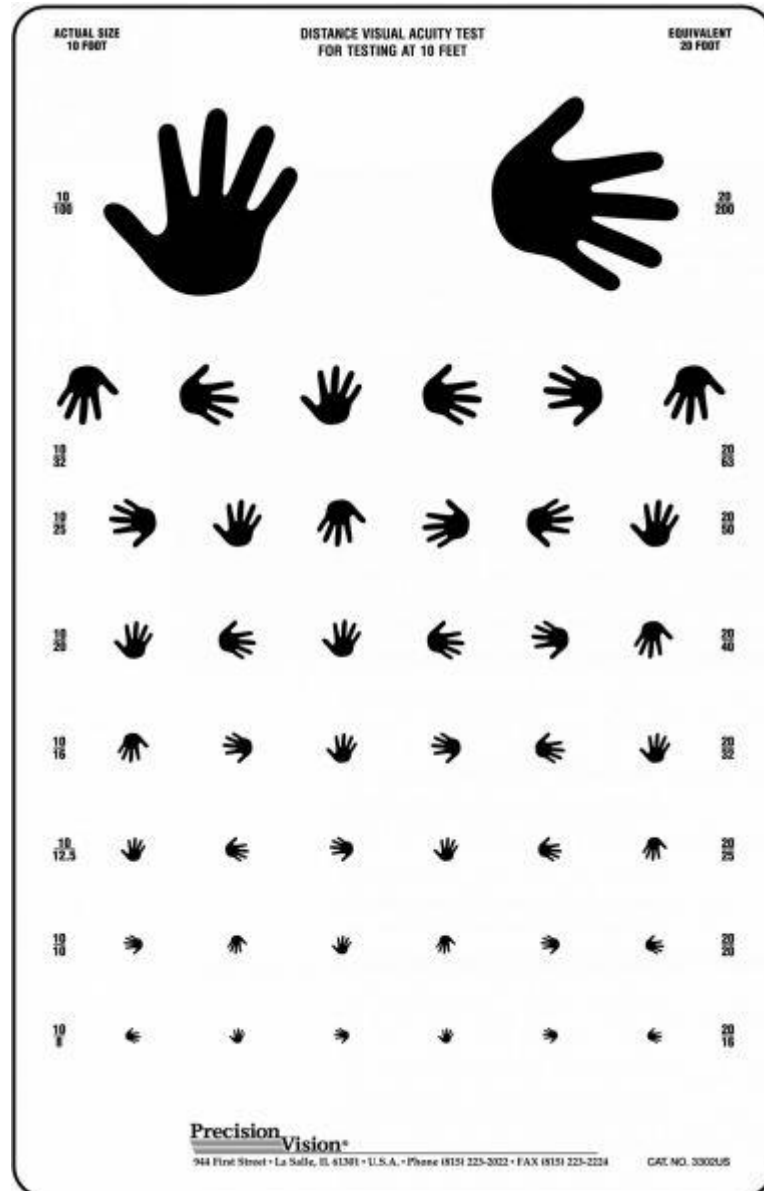


Рисунок 14. Ручной тест Шегрена для проверки остроты зрения (изображение предоставлено из Google).

Следует отметить, что современные цифровые технологии позволяют воспроизводить различные варианты таблиц для визометрии онлайн (т.е. на экране компьютера), что, в свою очередь обеспечивает возможность самостоятельного контроля остроты зрения. Что касается офтальмопедиатрической практики, то,

учитывая возможные погрешности, методика не должна заменять контрольные визиты к офтальмологу.

1.3. Объективные способы оценки остроты зрения

Объективные методы исследования остроты зрения основаны на регистрации функциональных показателей, косвенно свидетельствующих о различении исследуемым предъявляемых объектов [18, 35, 38, 41, 44, 46, 48, 52, 54, 56, 61, 65, 66, 74, 88, 89, 104, 113].

Зрительные вызванные потенциалы – электрические сигналы, генерируемые зрительной корой в результате визуальной стимуляции. Эти сигналы регистрируют в затылочной области с помощью специального оборудования. Остроту зрения можно определить по т.н. шаблонным стимулам, представляющими шахматное поле с белыми и чёрными клетками различного размера, порядок которых меняется с определённой частотой. Исследование не является методом скрининга и используется по определенным показаниям для дифференциальной диагностики выраженных зрительных расстройств.

Термин «зрительно-вызванный потенциал» (ЗВП) относится к электрическим потенциалам, обычно регистрирующий электрод размещают на средней линии затылочной части черепа на затылке [44]. ЗВП используют для количественной оценки функциональной целостности зрительных нервов, путей к зрительной коре головного мозга и затылочной коре. Существует несколько методов записи ЗВП. У пациентов старше 3 лет ЗВП обычно регистрируют с помощью видеомонитора, демонстрирующего шаблонные стимулы. У пациентов, находящихся под седацией, и у младенцев для стимуляции глаз используются вспышки света от стробоскопического устройства или массива светодиодов. Мультифокальные ЗВП расширяют топографическую карту поля зрения до 40 градусов центрального поля зрения [44].

Исследование зрительных вызванных потенциалов у детей с нейрофиброматозом 1-го типа, заключалось в том, чтобы определить: (а) можно ли выявить аномалии зрительного вызванного потенциала (ЗВП) у детей с

нейрофиброматозом типа 1 (НФ1) без признаков патологии оптического пути или новообразований головного мозга на МРТ; и (б) можно ли объяснить аномалии ЗВП наличием гиперинтенсивных T2-взвешенных фокусов при МРТ-тестировании, известных как неопознанные яркие объекты [65]. Показано, что аномалии ЗВП присутствуют и при отсутствии новообразований зрительных путей или головного мозга.

Оптокинетический нистагм (ОКН) возникает при фиксации взора и различении быстро сменяющихся и движущихся в определенную сторону объектов с помощью специального барабана (рис. 15). Методика может быть использована для объективной оценки остроты зрения ребенка. Остроту зрения фиксируют по углу зрения, определяемого самой узкой шириной полосы, вызывающей движение глаз. По данным этой методики острота зрения у новорожденного ребенка составляет не менее 6/120 и улучшается в первые несколько месяцев жизни [54]. Результаты исследования оптокинетического нистагма могут быть ложноположительными при корковой слепоте, поскольку согласно предположениям в формировании этого вида нистагма участвуют подкорковые механизмы. Тест может быть ложноотрицательным у младенцев с отсроченным развитием двигательных путей и из-за отсутствия внимания [38, 48, 113].



Рисунок 15. Вращающийся барабан для исследования оптокинетического нистагма (изображение предоставлено из Google).

ОКН представляет собой глазодвигательный рефлекс, тесно связанный с вестибулярной системой, который способствует стабилизации изображения на сетчатке [56, 74]. При просмотре непрерывно движущегося стимула выявляется характерный паттерн движения глаз, состоящий из медленной фазы в направлении стимула и быстрой фазы в противоположном направлении. Первая реакция, отражающая в основном плавное преследование, быстро вызывает нистагм в течение 1–2 секунд после появления стимула. Медленная фазовая скорость приближается к скорости стимула. Второй ответ соответствует более медленному накоплению сохраненной активности нейронов. Нервный путь, контролирующий ОКН, включает кору, ствол мозга и мозжечок [35, 61, 66, 88]. Анатомические пути ОКН известны на основе исследований на животных, поражений у людей и, недавно, с помощью функциональной визуализации. Недавнее исследование с использованием функциональной магнитно-резонансной томографии показало, что кортикальные структуры участвуют в ОКН малого поля. Это затылочновисочная кора, задняя теменная кора, прецентральная и задняя срединная лобная извилины, передний и задний островки, префронтальная кора и медиальная часть верхней лобной извилины [46]. Показано, что во время ОКН активируются подкорковые структуры: хвостатое ядро, скорлупа, бледный шар и парамедианный таламус. Горизонтальные и вертикальные малые поля ОКН активировали одни и те же корковые и подкорковые области в каждом полушарии. Независимо от направления стимула было обнаружено значительное правополушарное преобладание. Предполагают, что конечный нейрональный субстрат для медленной и быстрой фазы возникает в одних и тех же нейронах ствола мозга.

Клиническая оценка нарушений движения глаз часто включает исследование горизонтальных ОКН, но не вертикальных ОКН, и мало что известно о развитии вертикальных ОКН или о вертикальных ОКН у пациентов с патологией зрительной системы. Это может быть связано с большими трудностями при регистрации и стимуляции вертикального ОКН, чем горизонтального ОКН [56].

Выявлена горизонтальная асимметрия ОКН у новорожденных и у пациентов с нарушением бинокулярного зрения [52, 89]. В первые месяцы жизни, пока пути к церебральным зрительным областям остаются незрелыми, монокулярная ОКН легче вызывается движением стимула от височной к носовой, чем от носовой к височной. Эта височно-носовая асимметрия исчезает между вторым и шестым месяцами жизни. Это означает, что пути от сетчатки к ядру зрительного тракта и добавочной оптической системе функционируют при рождении, но с созреванием коркового зрительного пути проекции экстрастриарной коры к стволу мозга замещаются. Когда косоглазие или амблиопия препятствуют нормальному развитию бинокулярного зрения, сохраняется асимметрия горизонтальных ОКН. Отмечена восходящая-нисходящая асимметрия у пациентов с амблиопией, причем восходящие сокращения ОКН были меньше [104].

В одном из исследований отмечен аномальный вертикальный ОКН у младенцев и детей с нейрометаболическими заболеваниями и аномалиями головного мозга, выявленными с помощью магнитно-резонансной томографии [56]. Это исследование является первым, в котором были проанализированы вертикальные ОКН в дополнение к горизонтальным в большой группе младенцев и детей с патологией зрительных путей. Это исследование четко указывает на важность изучения ОКН, в том числе вертикального ОКН, у пациентов с нарушениями зрительного пути.

Современные методы видеонистагмографии нашли применение для объективной визометрии у детей 2–3-х лет [18, 56]. Определение остроты зрения осуществляли путем визуальной регистрации возникновения оптокинетического нистагма в ответ на предъявление движущихся на мониторе компьютера объектов, в качестве которых использовали фигурные тест-знаки из таблицы Орловой. С помощью компьютерной программы можно быстро менять как скорость движения объектов, так и их размеры и форму. Применение различных по форме тест-объектов значительно повышает интерес ребенка к процедуре исследования. Движение объектов происходит по горизонтали, слева направо. Процедура определения остроты зрения занимает 2-3 минуты и по мнению авторов

исследования может быть использована как альтернативный способ определения остроты зрения у детей раннего возраста.

Для индукции оптокинетического нистагма могут быть использованы различные устройства. Так, при выполнении **Кэтфордского барабанного оптокинетического теста** барабан с приводом от электродвигателя состоит из отдельных черных точек различного размера на белом фоне, проецируемых на экран размером 4-6 см. Эти точки можно вращать слева направо и справа налево. Остроту зрения оценивают путем уменьшения размера точки до тех пор, пока не будет найдена самая маленькая точка, не вызывающая нистагм. Конечная точка преобразуется в заданный эквивалент Снеллена в диапазоне остроты зрения от 20/20 до 20/600 [41].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Визометрия (определение остроты центрального зрения) наряду с рефрактометрией (выявление вида клинической рефракции) остается основным критерием оценки состояния и развития зрительного анализатора у детей раннего возраста. Известный субъективизм большинства методов визометрии, связанный с необходимостью участия в процессе исследования непосредственно пациента и не осложняющий проведение теста у детей старшей возрастной группы и взрослых, существенно затрудняет исследование у детей младшей возрастной группы. Указанное обстоятельство существенно затрудняет корректное определение остроты зрения у детей с нарушениями слуха и речи.

Основные тенденции повышения информативности методов визометрии у детей раннего возраста включают разработку способов исследования, с одной стороны упрощающих распознавание ребенком предъявляемых объектов, а с другой – позволяющих количественно оценить уровень остроты зрения (в оптимальном варианте в соответствии с общепринятыми показателями у взрослых). При этом следует отметить объективные сложности проведения сравнительных исследований информативности предлагаемых для визометрии у детей раннего возраста способов. Результаты многих тестов существенно

варьируют в зависимости от возраста ребенка, используемой диаграммы и методологии, используемой для установления зрительного порога. Конструктивные особенности предъявляемых объектов, такие как взаимодействие контуров, уровень скученности, дизайн и количество оптопов, являются факторами, влияющими на измерение остроты зрения. В идеальном варианте для каждого теста также требуется определить соответствующие значения специфичности и чувствительности [30].

Субъективные методы визометрии остаются базисным элементом обследования детей младшего возраста. Как уже указано выше, эти методы требуют «участия» ребенка в процессе исследования, которое может выражаться в форме фиксации, узнавания и обозначения предъявляемого объекта. Известные сложности применения т. н. объективных методов оценки остроты зрения существенно ограничивают возможность их применения в повседневной клинической практике – эти методы могут рекомендованы только в качестве уточняющих в отдельных осложненных клинических ситуациях.

Возможности и рекомендации по применению в клинической практике описанных в настоящем обзоре методов визометрии у детей в обобщенном варианте представлены в таблицах 1 и 2: в таблице 1 – в зависимости от принципа оценки результата исследования, а в таблице 2 – от возрастного диапазона исследуемых.

Таблица 1.

Основные принципы оценки результатов визометрии у детей

Метод исследования	Принцип оценки результата исследования
<ul style="list-style-type: none"> • Конфетный тест Боек • Тест Ворта • Тест монет 	Распознавание/обнаружение предметов

<ul style="list-style-type: none"> • Кольца Ландольта • Диаграммы Е • Ручной тест Шегрена 	Идентификация направления тест-объекта
<ul style="list-style-type: none"> • Таблица Сивцева-Головина • Диаграмма Снеллена • Буквенный тест Шеридана • НОТV – тест Липпама 	Идентификация буквенных знаков
<ul style="list-style-type: none"> • Таблица Орловой • Карты Аллена • Тест миниатюрных игрушек • Карты остроты зрения Кардиффа • Тест Теллера • Решётка Леа • Тест символов Леа 	Идентификация изображений предметов

Таблица 2.

Рекомендации по применению различных методов визометрии у детей в зависимости от возрастного диапазона

Возрастной диапазон	Метод визометрии
до года	<ul style="list-style-type: none"> • Карты Кардиффа • Кэтфордский барабанный тест • Фиксационный тест • Тест предпочтительного взора • Рефлекторный ответ • Зрительные вызванные потенциалы

1 – 2 года	<ul style="list-style-type: none"> • Конфетный тест Боек • Тест Шеридана • Тест Ворта
2 – 3 года	<ul style="list-style-type: none"> • Тест монет • Тест миниатюрных игрушек
3 – 5 лет	<ul style="list-style-type: none"> • Тест символов Леа • Кольца Ландольта • Диаграммы Е • Ручной тест Шегрена • НОТV-тест Липпмана • Буквенный тест Шеридана

Представленные в настоящем обзоре результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что совершенствование методик исследования остроты зрения у детей дошкольного возраста в плане упрощения и доступности (в том числе при обследовании глухонемых пациентов) остается актуальной задачей.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика исследования

Настоящее исследование выполнено с апреля 2018г. по ноября 2022г на базах кафедры глазных болезней №2 ФГБОУ ВО «Дагестанского государственного медицинского университета», Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино (Авицены), кафедра глазных болезней ИКМ имени Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) и ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней».

В соответствии с поставленной целью разработан протокол исследования, который одобрен на заседании Локального этического Комитета ФГАОУ ВО Первого МГМУ имени И.М.Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (протокол № 03-22 от 03.02.2022 г.).

В соответствии с поставленными задачами исследование включало два основных этапа: I. сравнительная оценка результатов визометрии у детей дошкольного возраста без патологии слуха; II. сравнительная оценка результатов визометрии детей с нарушениями слуха и речи.

В процессе работы разработан и запатентован способ визометрии у здоровых детей дошкольного возраста и глухонемых детей на основе оригинальных таблиц (Патент РФ на изобретение № RU 2 703 697 С1 от 21.10.2019). Предложена принципиально новая таблица JEI/JEI для исследования остроты зрения, обеспечивающая возможность достоверной оценки остроты центрального зрения у детей дошкольного возраста без патологии слуха и глухонемых.

Исследование проводили в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki): родители подписывали письменное информированное согласие на включение ребенка в исследование после объяснения цели исследования и информации о любых рисках, а также, потенциальном дискомфорте, которые могут возникнуть во время обследования (приложение 1).

2.2. Материал исследования

В исследование был включен 71 ребенок дошкольного возраста и глухонемые дети (142 глаза) в возрасте 2-11 лет без ранее диагностированной или выявленной глазной патологии во время обследования. Все обследуемые были разделены на две группы.

В группу I планировалось включение 50 детей (100 глаз) в возрасте 2–5 лет. Однако из-за невозможности проведения тестирования (раздел 3.1) в конечном счете сравнительные исследования были проведены в группе из 40 детей (80) глаз, средний возраст которых составил 3,6 лет (медиана 4 года, интерквартильный размах 3-4,25 лет) (рис. 16; таблица 3). Распределение детей по полу представлено на рис. 17.

Критерии включения в исследование:

- отсутствие ранее диагностированной глазной патологии;
- отсутствие неврологические заболевания;
- возраст детей 2 до 5 лет;
- способность детей соблюдать требования исследования;
- согласие родителей на проведение исследования.

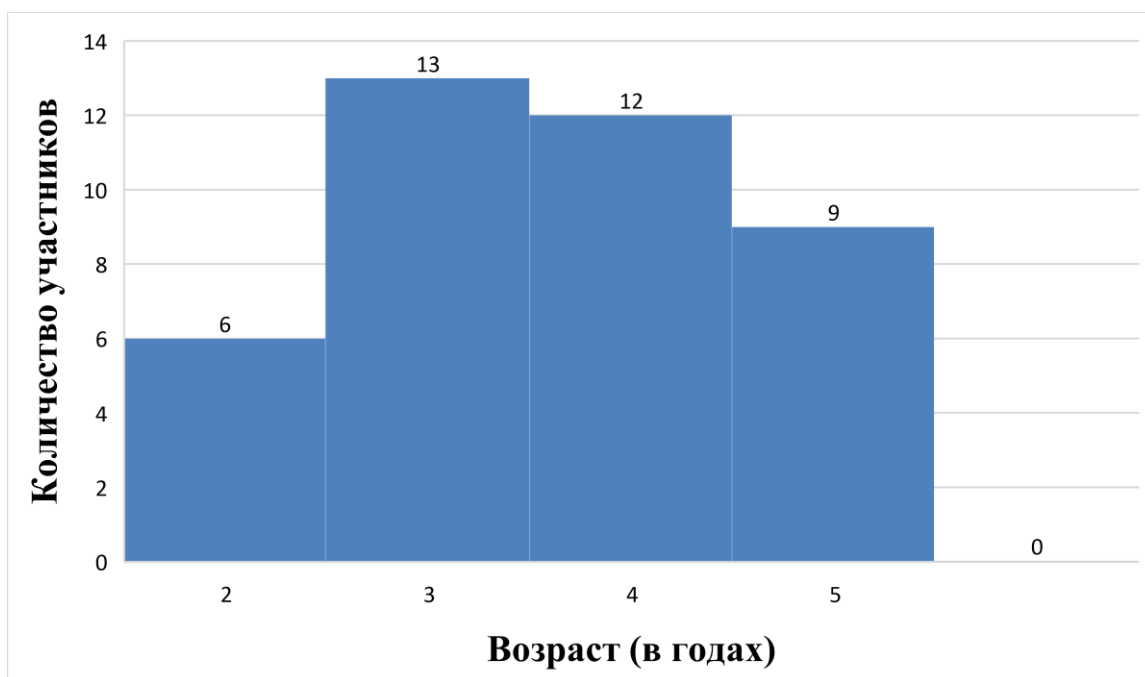


Рисунок 16. Возрастная структура детей в группе I.

Таблица 3.

Распределение детей по возрасту в группе I.

<i>Возраст пациентов</i>	<i>Абс. (%)</i>
<i>2 года</i>	15
<i>3 года</i>	32,5
<i>4 года</i>	30
<i>5 лет</i>	22,5

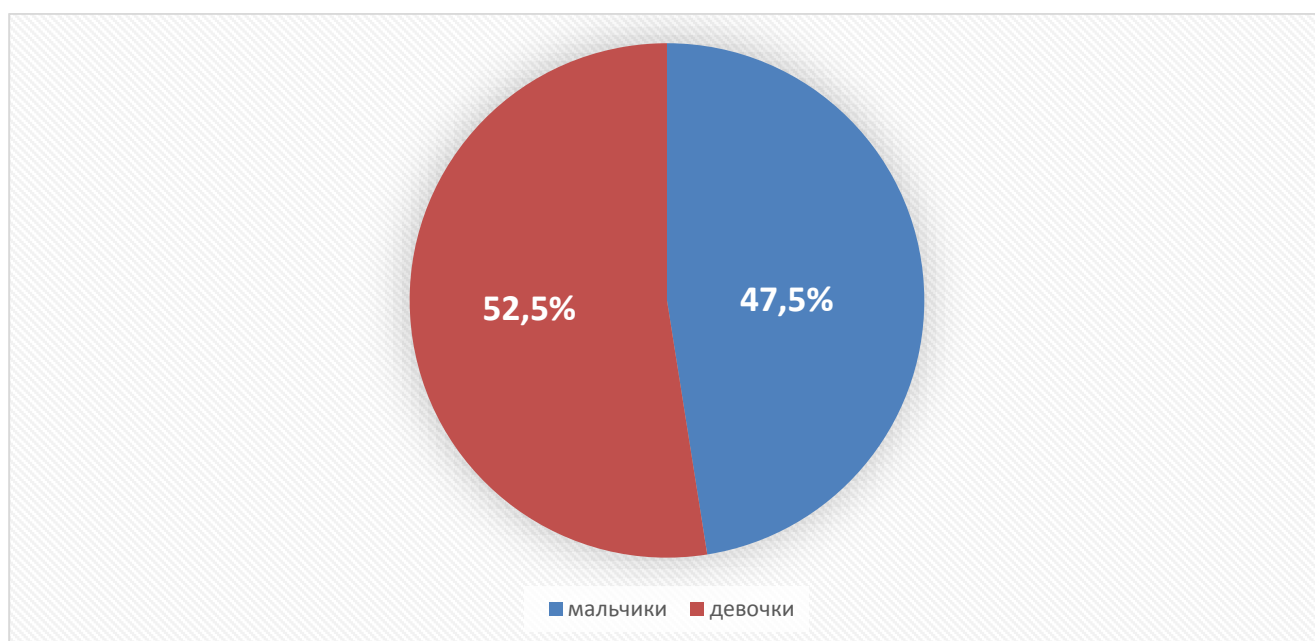


Рисунок 17. Распределение детей по половому признаку в группе I.

В группу II был включен 31 глухонемой ребенок (62 глаза) в возрасте 2-11 лет. Средний возраст обследуемых детей составил 5,2 лет (медиана 5 лет, интерквартильный размах с 3 до 5 лет) (рис. 18; таблица 4). Расширение возрастного диапазона за условные границы дошкольного возраста продиктовано объективными сложностями процесса визометрии, в первую очередь связанного с ограниченными языковыми навыками, отсутствием слуховых сигналов и

адекватной обратной связи. Распределение детей по полу в группе II представлено на рис. 19.

Критерии включения в исследование:

- отсутствие ранее диагностированной глазной патологии;
- возраст детей 2 до 11 лет;
- понимание детьми задачи исследования;
- согласие родителей на проведение исследования.

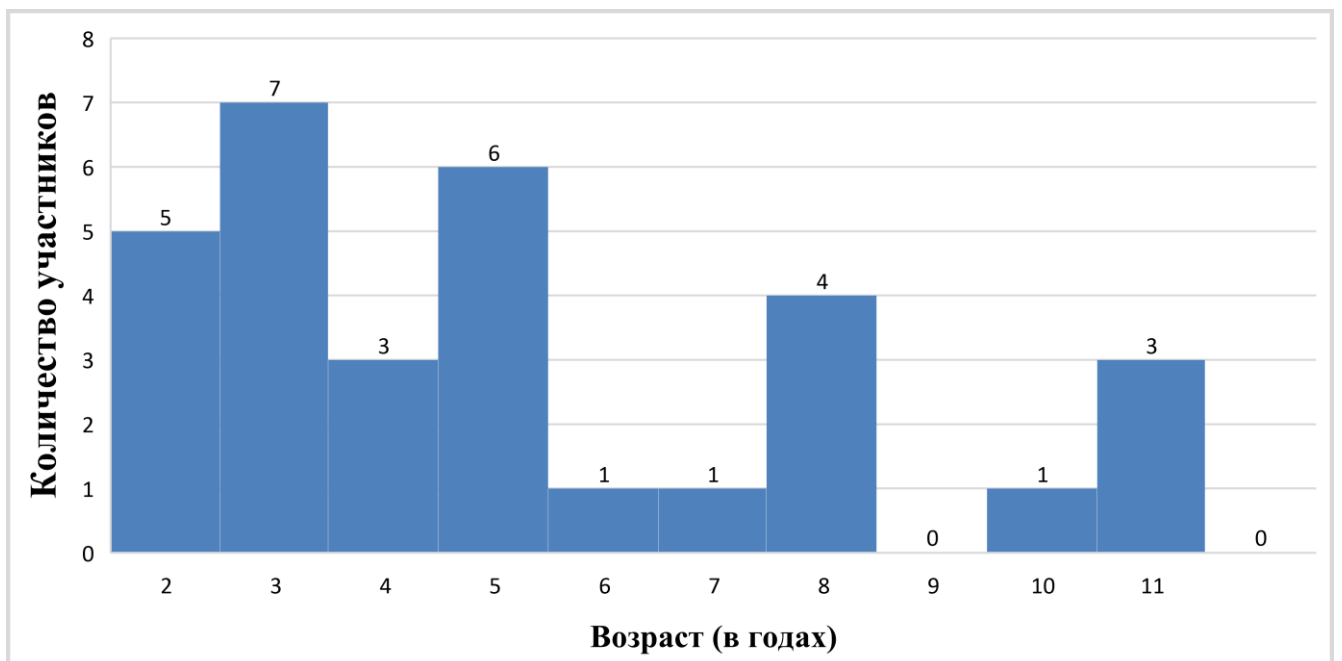


Рисунок 18. Возрастная структура детей в группе II

Таблица 4.

Распределение детей по возрасту в группе II.

<i>Возраст пациентов</i>	<i>Абс. (%)</i>
<i>2 года</i>	16,1
<i>3 года</i>	22,6
<i>4 года</i>	9,7

<i>5 лет</i>	<i>19,4</i>
<i>6 лет</i>	<i>3,1</i>
<i>7 лет</i>	<i>3,1</i>
<i>8 лет</i>	<i>13</i>
<i>9 лет</i>	<i>0</i>
<i>10 лет</i>	<i>3,1</i>
<i>11 лет</i>	<i>9,7</i>

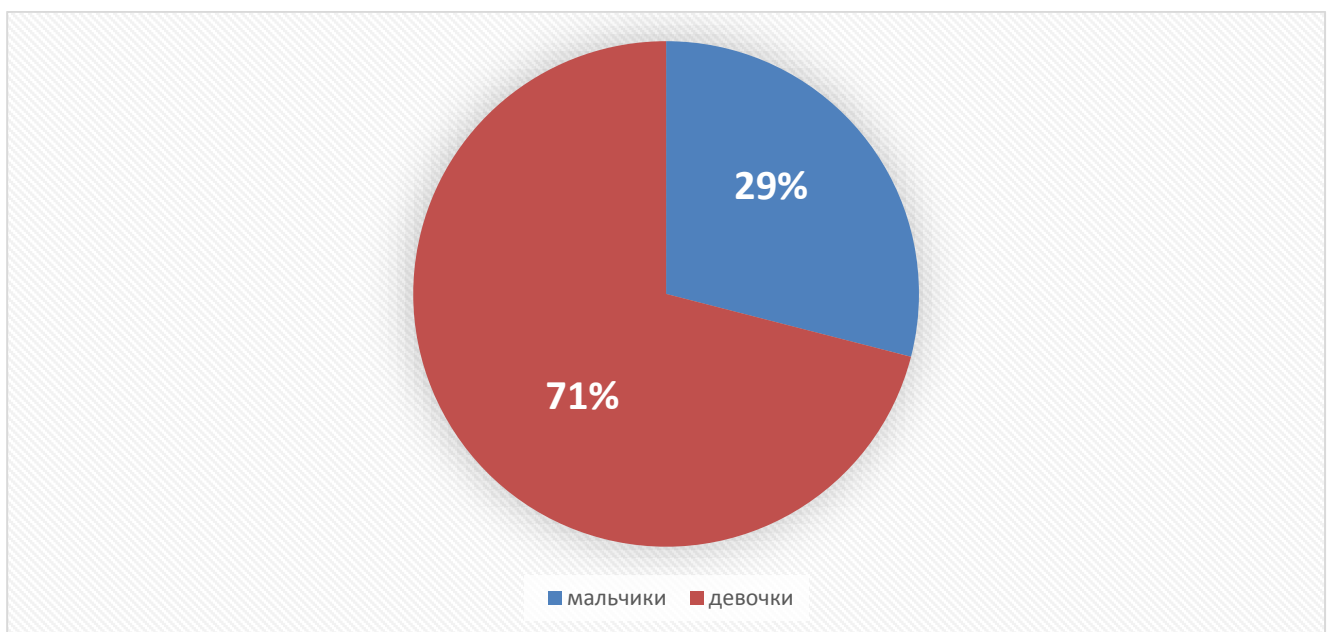


Рисунок 19. Распределение детей по половому признаку в группе II.

2.3. Методы исследования

Для оценки центрального зрения использовали различные методы визометрии. В группе I – по таблице Орловой и с помощью специально разработанных оригинальных таблиц JEI/JEI. В группе II – по таблице Головина (оптотипы Ландольта) и таблице JEI/JEI. Использование для сравнительного анализа в группе II оптоотипов Ландольта продиктовано возможностью

обозначений глухонемыми детьми направлений разрывов в оптотипах с помощью жестов.

Подробное описание таблиц JEI/JEI представлено в разделе 3.1.

Результаты визометрии (включая время, необходимое для исследования) для каждого клинического наблюдения в сформированных группах представлены на рисунках 23-30, 33-52.

Осмотр пациентов проводили дважды (в интервале одной недели), полученные результаты анализировали на основе следующих критериев:

1. время, необходимое для исследования;
2. коэффициент т.н. ретестовой надежности, характеризующийся числом совпадений результатов визометрии при повторном исследовании;
3. количество исследуемых, поддающихся тестированию;
4. сравнительная оценка результатов визометрии на основе анализа совпадения и различия данных различных методов, а также с помощью метода Блэнда-Альтмана (Bland-Altman analysis).

Анализ Блэнда-Альтмана обеспечивает возможность сопоставления показателей, полученных в результате применения различных методов. Цель анализа Блэнда-Альтмана заключается в том, чтобы определить, насколько близки и сравнимы результаты, полученные с помощью двух методов измерения [32, 33]. Метод не требует предположения нормальности распределения измерений и способен выявить существование систематических и случайных ошибок. Следует отметить, что анализ Блэнда-Альтмана не является методом для оценки точности каждого метода измерения по отдельности, а сфокусирован на сравнение показателей двух методов и оценке их согласованности.

Результаты сравнения отражаются в виде графика Блэнда-Альтмана, построение которого включает в себя несколько шагов. Сначала рассчитывают разницу между показателями, полученными с помощью двух различных методов (в данном случае методов визометрии). Затем для каждого наблюдения

рассчитывают среднюю величину показателя на основе результатов двух методов. Далее строят график, где на оси абсцисс отображают среднее значение измерений двух методов, а на оси ординат – разницу между ними. Каждая точка на графике представляет собой пару значений, вычисленных для одного наблюдения [32, 33, 39]. Для создания диаграммы Блэнда-Альтмана используют PROC SGPLOT в SAS (Statistical Analysis System). Это процедура графического отображения, которая позволяет создавать различные типы графиков, включая диаграммы рассеяния и линейные диаграммы.

Диаграмма состоит из нескольких элементов для визуального анализа согласованности между методами (рис. 20). По **оси X** отображают среднее значение измерений двумя методами (в данном случае визометрии), а по **оси Y** – разницу в измерениях. Сплошная линия на диаграмме (**средняя разница - bias**) является точкой отсчета для сравнения результатов визометрии с помощью различных методов. **Штриховые линии (границы согласованности - LoA (Limits of Agreement))** позволяют определить диапазон согласованности между методами, в котором 95% различий между измерениями двух методов будут находиться с 95%-ной вероятностью. Границы согласованности рассчитывают как: $LoA \text{ (верхняя)} = bias +$; $LoA \text{ (нижняя)} = bias -$. Чем шире диапазон LoA, тем больше разброс данных и хуже согласованность между методами [32, 33, 39].

«Близость» средней разницы (bias) к нулю и «узость» границ согласованности (LoA) – признаки хорошей согласованности между двумя методами визометрии. На диаграмме результаты представлены в виде медианы и процентилей. Если в результате сплошные линии отображают значение медианы, а штриховые линии – 2.5 и 97.5 процентиля диапазон между штриховыми линиями соответствует ширине 95% границ согласованности (LoA). **2.5 перцентиль** определяет границы, за пределами которых находятся 2,5% наиболее крайних различий между измерениями.

Таким образом, главная цель анализа диаграммы Блэнда-Альтмана состоит в том, чтобы исследовать не только общую согласованность между двумя методами измерения, но и выявить любые систематические различия или случайные ошибки.

При анализе графика важно обращать внимание на следующие аспекты:

- Средняя разница – центральная горизонтальная линия на графике представляет собой среднюю разницу между двумя методами измерения; это значение указывает на смещение между методами и при согласованности методов должно быть близким к нулю;
- Пределы доверительного интервала – на графике отображаются верхний и нижний пределы доверительного интервала, которые отражают диапазон, в котором с большой вероятностью должны находиться допустимые отклонения между показателями различных методов измерения;
- Распределение точек – может указывать на наличие систематических различий или случайных ошибок; сосредоточение точек вокруг средней разницы без какой-либо систематической структуры можно интерпретировать как высокую степень согласованности.

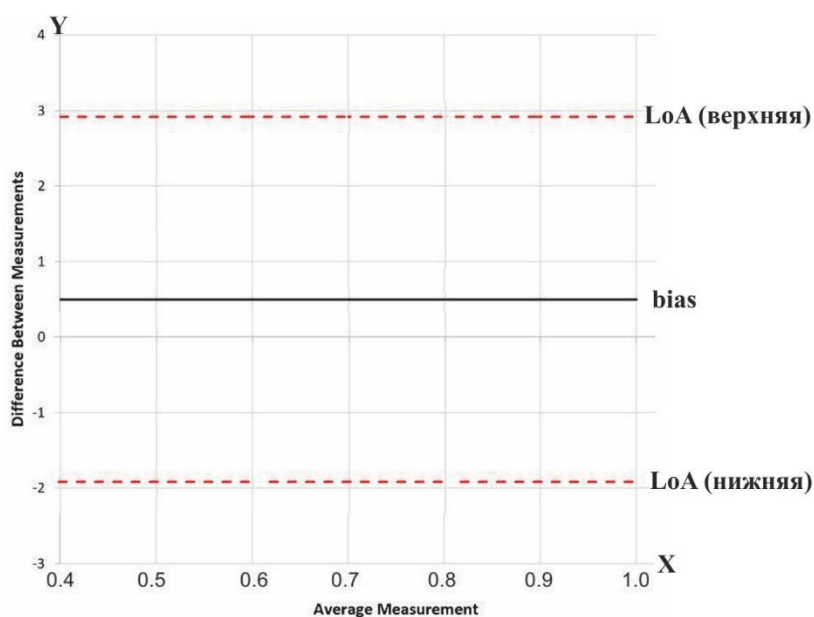


Рисунок 20. Диаграмма Блэнда-Альтмана (объяснения в тексте)

2.4. Статистические методы обработки результатов исследования

При статистической обработке полученных результатов использовали следующие методы.

Статистический анализ и оценку достоверности полученных результатов проводили с использованием программ Microsoft Excel 2016 (Microsoft, США) и SPSS Statistics 22 (IBM, США).

Метод Блэнда-Альтмана был использован для сравнительной оценки двух методов визометрии и определения их согласованности. Данный метод позволяет оценить, насколько близки и сопоставимы результаты, полученные с помощью двух различных методов измерения.

Для сравнения различий дискретных и ранговых переменных использовали непараметрический критерий Пирсона (Хи-квадрат). При сравнении средних показателей, рассчитанных для связанных выборок, использовали парный t-критерий Стьюдента.

При анализе связи признаков использовали непараметрический метод с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена, который отражает степень линейной связи между двумя наборами данных при отсутствии нормального распределения. Проверяли нулевую гипотезу об отсутствии линейной связи между ними ($r = 0$). При $p > 0,05$, независимо от значения коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r) нулевая гипотеза не отклонялась и коэффициент корреляции считали недостоверным. Отрицательное значение коэффициента r указывает на обратную связь между двумя исследуемыми признаками, а положительное – на прямую связь между ними.

Использовали следующие критерии оценки корреляции:

- при r от 0 до 0,3 (0 до -0,3 или 0 до +0,3) – как отсутствие или очень слабую связь;
- при r от 0,3 до 0,5 (-0,3 до -0,5 или 0,3 до 0,5) – как слабую связь;
- при r от 0,5 до 0,7 (-0,5 до -0,7 или 0,5 до 0,7) – как умеренную связь;
- при r от 0,7 до 0,9 (-0,7 до -0,9 или 0,7 до 0,9) – как сильную связь;
- при r с абсолютной величиной более 0,9 (-0,9 до -1 или 0,9 до 1) – как очень сильную связь.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Разработка оригинальных таблиц для исследования остроты центрального зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей.

Набор опто типов в таблице JEI/JEI состоит из 13 цветных и черных опто типов различных размеров, равных по ширине и высоте, которые отражают хорошо известные и легко распознаваемые детьми даже в раннем возрасте предметы: «Солнце», «Цветок», «Елка», «Дом», «Цыпленок», «Ребенок», «Звезда», «Лошадь», «Медведь», «Машина», «Котенок», «Мяч», «Заяц». Исследование проводят с расстояния 2,5 м от таблицы, состоящей из 2 листов формата А4, на которых расположены 10 рядов опто типов с убывающими (с 35 до 3,5 мм) размерами и указанием соответствующей остроты зрения. Для облегчения ответов ребенка используют прилегающие к таблице карточки, дублирующие опто типы.

На первом листе таблицы расположены три ряда опто типов, соответствующие остроте зрения от 0,1 до 0,3 с шагом 0,1, а на втором – семь рядов, соответствующих остроте зрения от 0,4 до 1,0 с шагом 0,1. Расстояние между знаками в ряду и между строками сверху вниз увеличивается, в 10 ряду количество опто типов уменьшается до 3 (рис. 21).

Перед началом проверки остроты зрения ребенку показывают таблицу с расстояния 30-40 см, чтобы ознакомить с представленным рисунком (опто типом). Ребенка усаживают на расстоянии 2,5 м от таблицы JEI/JEI. Таблица состоит из 10 рядов картинок, размер которых уменьшается сверху вниз. В левом столбце указано расстояние, с которого здоровый ребенок должен видеть ту или иную строку. Оно обозначено буквой D (дистанция) и выражено в метрах. В правой части таблицы указана острота зрения, которая обозначается буквой V (visus). Находясь на расстоянии 2,5 метров от таблицы JEI/JEI, ребенок должен хорошо различать 10 строку. В этом случае острота его зрения равна 1.0 или 100%. Если на расстоянии 2,5 метра ребенок различает только первую строку таблицы, то его результат составляет 0,1 или 10%.

TABLE J.EI/J.EI



TABLE J.EI/J.EI

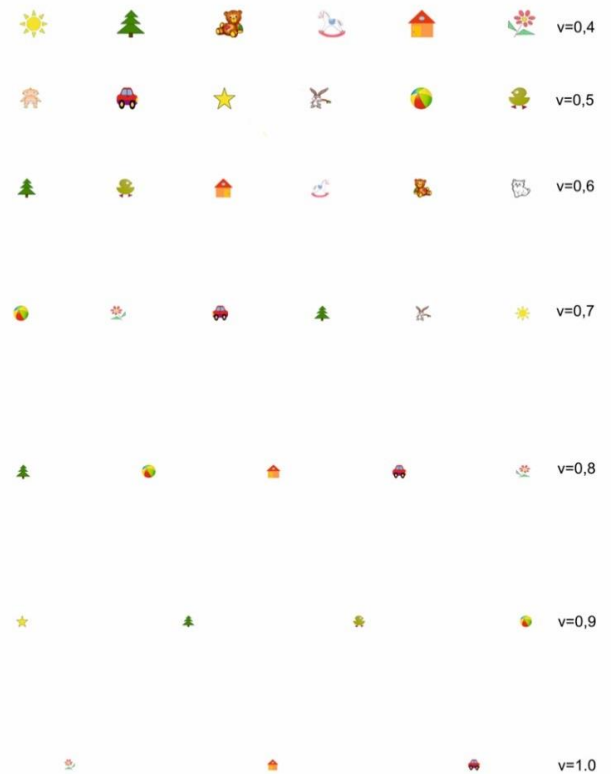


Рисунок 21. Общий вид таблицы JEI/JEI (объяснения в тексте).

В процессе исследования глухонемые дети должны выбрать карточку с изображением знака, соответствующего предъявляемому опто типу изучаемой таблицы (рис. 22). При необходимости данный подход может быть использован и при определении остроты зрения у 2-5-ти лет без нарушения слуха и речи. При показе того или иного знака ребенок должен поднимать карточку с соответствующим изображением.



Рисунок 22. Общий вид карточек, дублирующих оптоототипы таблицы JEI/JEI (объяснения в тексте)

Проведение исследования предполагает соблюдение следующих основных условий:

- нижний край таблицы должен находиться на расстоянии 35-45 см от уровня пола; таблицу JEI/JEI располагают на уровне глаз ребенка в вертикальной плоскости так, чтобы средний ряд знаков таблицы был примерно на уровне глаз ребенка.
- ребенок должен сидеть прямо, спокойно, не прищуриваясь и не нагибаясь вперед к таблице; здоровые дети называют картинки, глухонемым детям следует дать в руки карточки с изображениями оптоототипов из таблицы – при демонстрации того или иного знака ребенок поднимает карточку с соответствующим изображением.

- определяют остроту зрения лучше видящего, а затем хуже видящего глаза (если он заранее известен); в противном случае, сначала определяют остроту зрения правого, затем левого глаза.;
- ребенку нужно поочередно показывать картинки, начиная с верхнего ряда, постепенно спускаясь вниз;
- в каждой строке следует показывать только по одной-две картинки.
- если в какой-либо строке ребенок неверно назвал символ (поднимает карточку с соответствующим изображением), следует дать ему вторую попытку; если ребенок не сможет правильно назвать ее при второй попытке, необходимо вернуться на строчку вверх;
- результат оценивают по той строке, на которой ребенок правильно указал все изображения (допускается лишь одна ошибка с последующим исправлением);
- при проведении теста важно следить, чтобы ребенок не шурился и раздумывал над ответом не более 5-10 секунд.

3.2. Результаты визометрии с помощью различных методов в группе I (дети дошкольного возраста без нарушений слуха и речи)

В данном разделе приведены результаты сравнительного анализа оценки остроты зрения у детей дошкольного возраста с помощью таблиц Орловой и JEI/JEI. Как было указано выше первоначально проведение исследований планировали в группе из 50 детей (100 глаза). Однако в связи со сложностями понимания сути теста при использовании таблицы Орловой из исследования были исключены 10 детей, а таблицы JEI/JEI – 5. Исходя из этого, в конечном счете сравнительные исследования были проведены на материале 40 детей (80 глаз), адаптированных к проведению визометрии как по таблицам Орловой, так и JEI/JEI. Результаты визометрии в каждом клиническом наблюдении представлены на

рисунках 23-30, 33-38.

3.2.1. Оценка времени, необходимого для визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI.

Время, необходимое для измерения остроты зрения правого и левого глаза каждого ребенка, фиксировал с помощью секундомера второй независимый наблюдатель.

Графически результаты оценки времени, необходимого для визометрии правого и левого глаза отображены на рис. 23. На диаграмме случаи совпадения результатов определения остроты зрения по таблицам Орловой и JEI/JEI обозначены черными точками. При расхождении результатов зелеными точками обозначены данные, полученные по таблице JEI/JEI, а красными – по таблице Орловой).

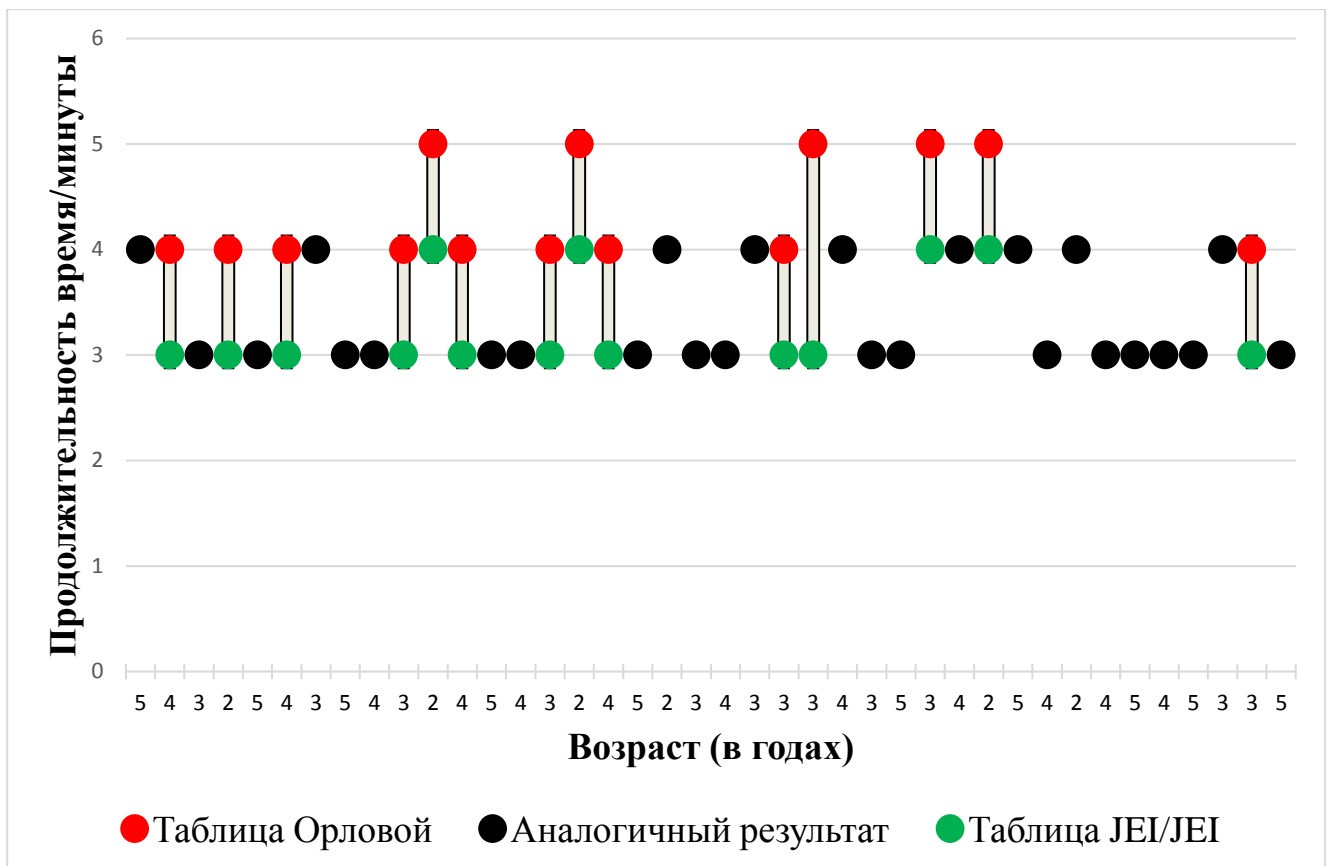


Рисунок 23. Сравнительное графическое отображение общего времени визометрии в каждом конкретном клиническом случае при первом исследовании по таблицам Орловой и JEI/JEI.

При **первом исследовании** в 26-и (65%) случаях общее время визометрии при использовании таблиц Орловой и JEI / JEI было идентичным, а в 14-и (35%) – было отмечено сокращение времени исследования при использовании таблицы JEI / JEI по сравнению с таблицей Орловой диапазоне от 1 до 2 минут. Средняя длительность исследования по таблице Орловой составила 3,7 минуты, а по таблице JEI / JEI – 3,325 минуты. Сравнение различий с помощью критерия Стьюдента показало достоверность выявленных различий ($p=0,000083$).

Результаты повторного исследования остроты зрения в данной группе детей представлены на рис. 24. На диаграмме случаи совпадения результатов определения остроты зрения по таблицам Орловой и JEI/JEI обозначены черными точками. При расхождении результатов зелеными точками обозначены данные, полученные по таблице JEI/JEI, а красными – по таблице Орловой.

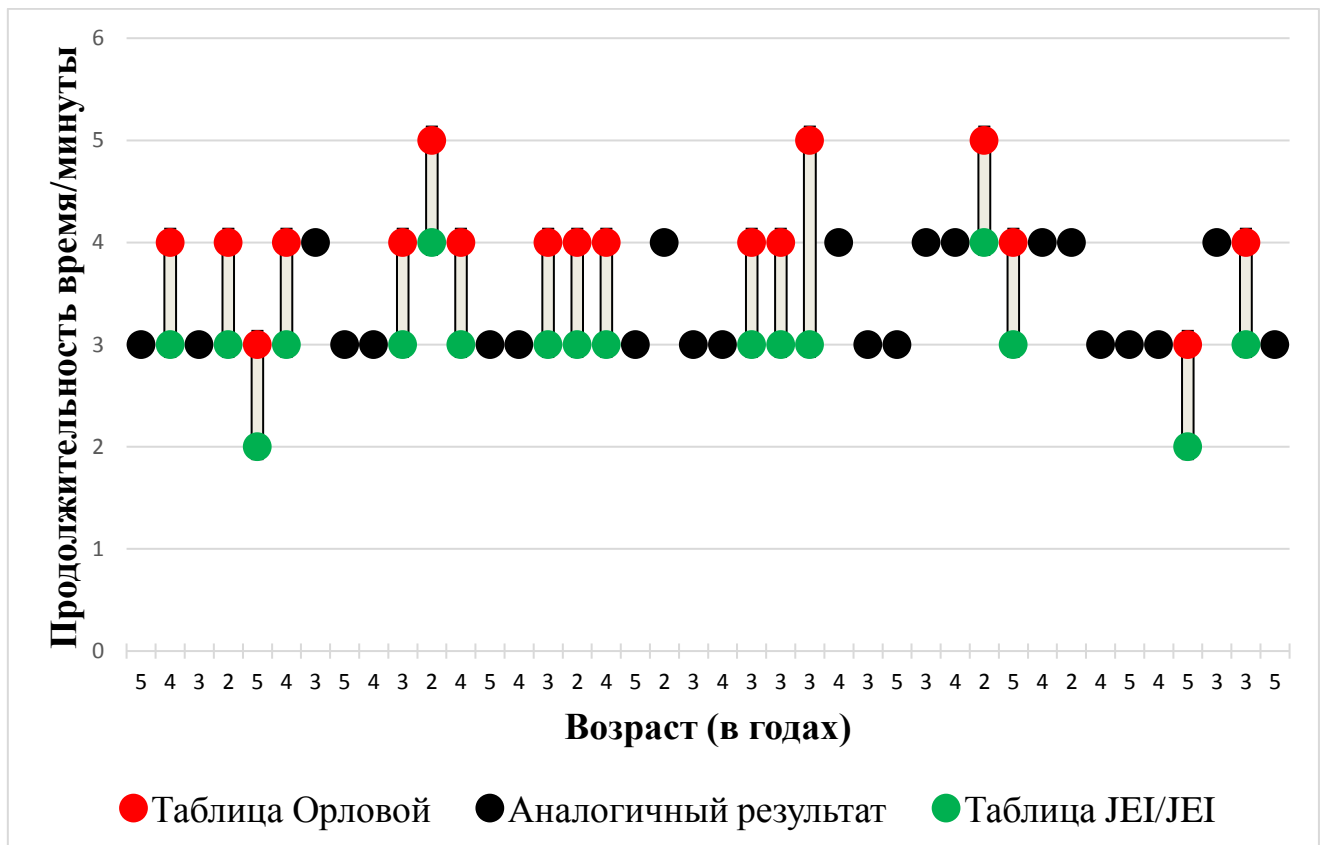


Рисунок 24. Сравнительное графическое отображение общего времени визометрии в каждом конкретном клиническом случае при повторном исследовании по таблицам Орловой и JEI/JEI.

При **повторном исследовании** в 23-х (57,5%) случаях общее время визометрии при использовании таблиц Орловой и JEI / JEI было идентичным, а в 17-и (42,5%) – было отмечено сокращение времени исследования при использовании таблицы JEI / JEI по сравнению с таблицей Орловой в диапазоне от 1 до 2 минут. Средняя длительность исследования по таблице Орловой составила 3,62 минуты, а по таблице JEI / JEI – 3,175 минуты. Сравнение результатов с помощью критерия Стьюдента показало достоверность выявленных различий ($p=0,000077$).

Независимо от метода визометрии при повторном тестировании отмечена тенденция к некоторому уменьшению общего времени исследования, что, возможно, связано с проявлением определенной адаптации детей к условиям исследования. Так, отмечено сокращение времени исследования в пределах одной минуты при визометрии с помощью таблиц Орловой и JEI/JEI в 3-х (7,5%) и 6-и (15%) случаях, соответственно (диаграммы на рис. 25 и 26).

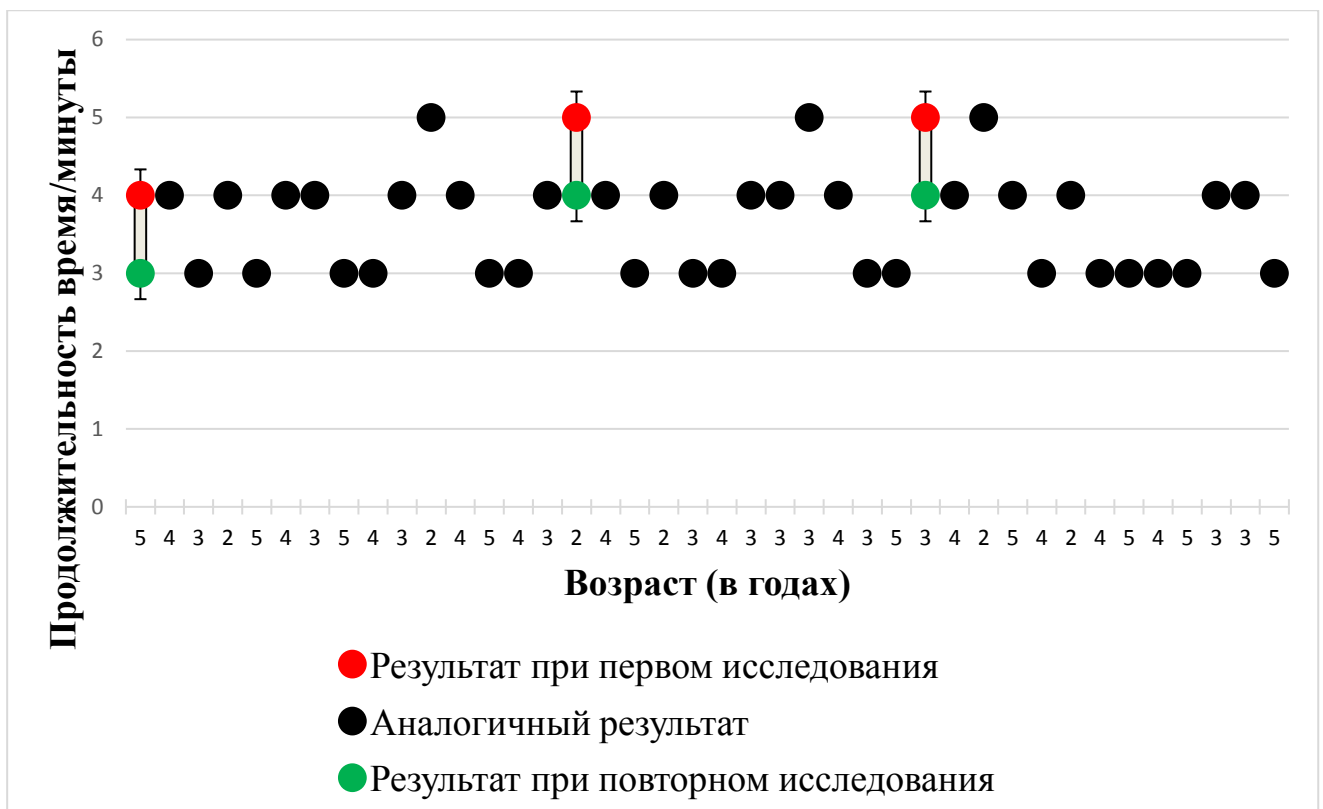


Рисунок 25. Сравнительное графическое отображение общего времени визометрии в каждом конкретном клиническом случае при первом и повторном

исследовании по таблице Орловой.

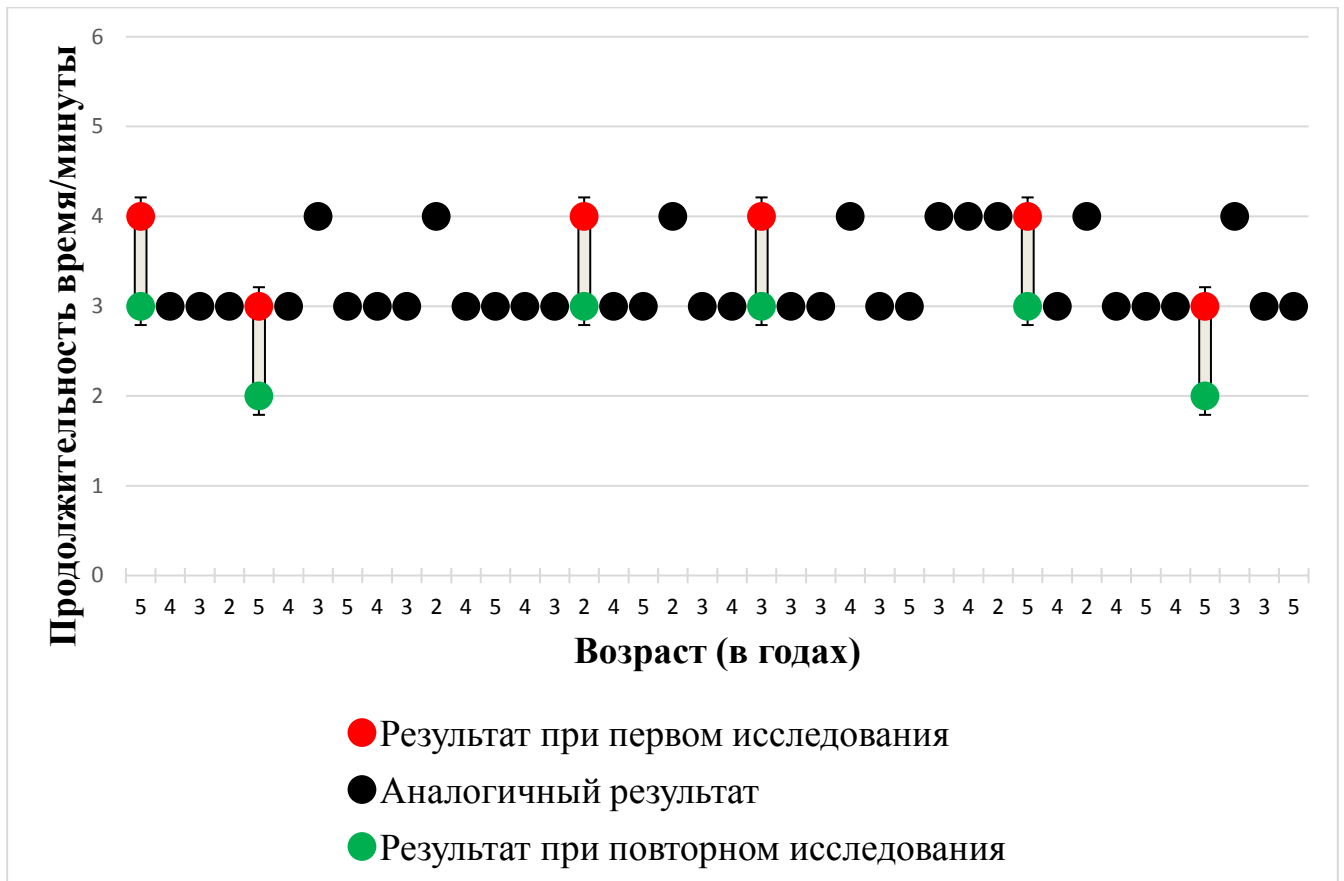


Рисунок 26. Сравнительное графическое отображение общего времени визометрии в каждом конкретном клиническом случае при первом и повторном исследовании по таблице JEI/JEI.

3.2.2. Анализ «повторяемости» результатов визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI.

При оценке «повторяемости» результатов визометрии при повторном исследовании использовали коэффициент т.н. ретестовой надежности, который выражается числом от 0 до 1. Значение, близкое к 1, указывает на высокую степень согласованности между первым и повторным измерениями и свидетельствует о высокой надежности теста или измерения, а значение, близкое к 0, – наоборот, о низкой согласованности результатов и ненадежности измерения. Принимая во внимание потенциальную зависимость «повторяемости» результатов от комплекса факторов, стремились к максимальному соответствию алгоритма проведения

первого и повторного тестов (время и условия проведения исследования). Результаты проведенных исследований в графическом отображении представлены на рис. 27-30. На диаграммах случаи совпадения результатов визометрии обозначены черными, а расхождения – красными и зелёными точками.

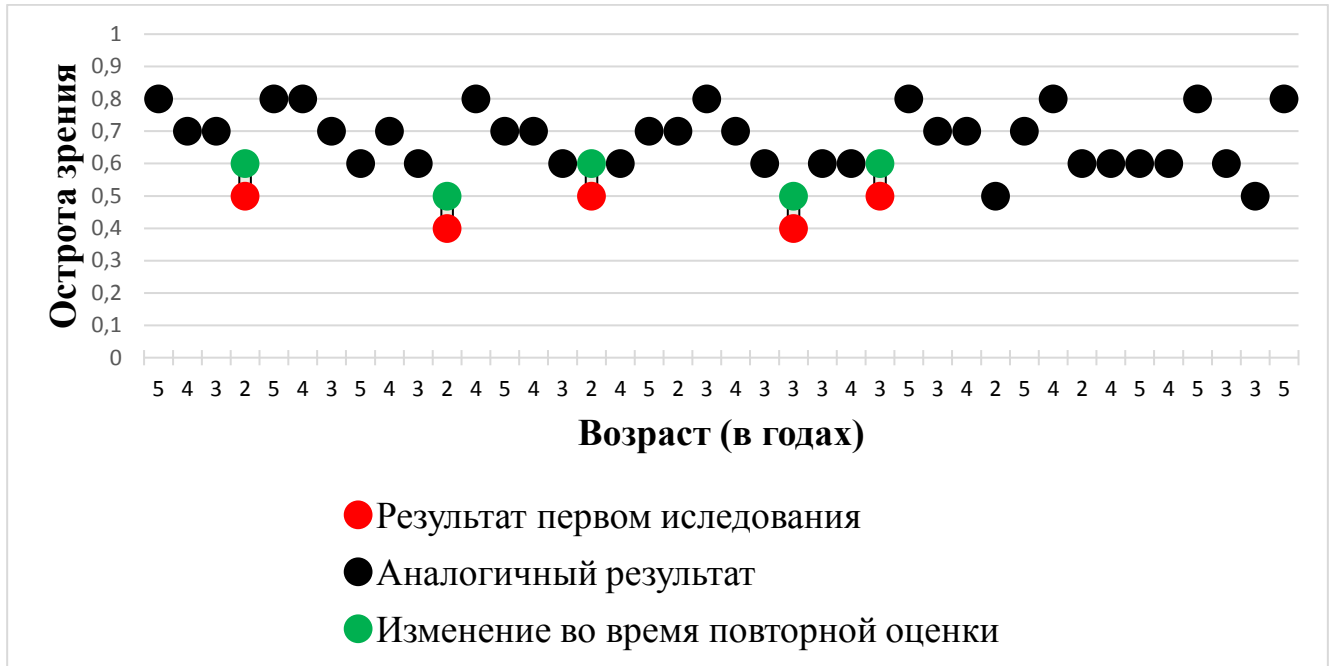


Рисунок 27. Графическое отображение результатов определения остроты зрения правого глаза по таблице Орловой при первом и повторном исследовании

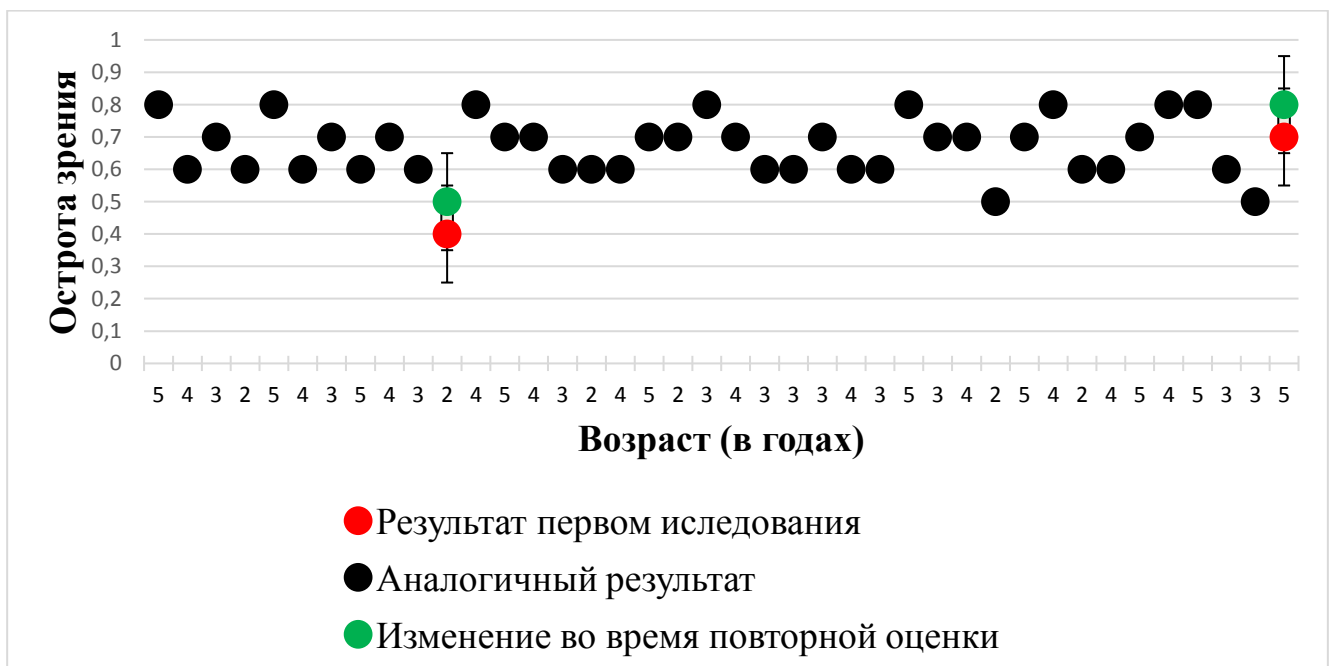


Рисунок 28. Графическое отображение результатов определения остроты зрения левого глаза по таблице Орловой при первом и повторном исследовании

При использовании таблиц Орловой и исследовании правого глаза полное совпадение результатов визометрии при первом и повторном исследовании имело место в 35-и случаях (87,5%), а в 5-и (12,5%) – наблюдали разницу в пределах 0,1. При исследовании левого глаза эти показатели составили 38 (95%) и 2 (5%) случая, соответственно. Таким образом, коэффициент ретестовой надежности метода для правого и левого глаза был равен 0,875 и 0,95, соответственно.



Рисунок 29. Графическое отображение результатов определения остроты зрения правого глаза по таблице JEI/JEI при первом и повторном исследовании

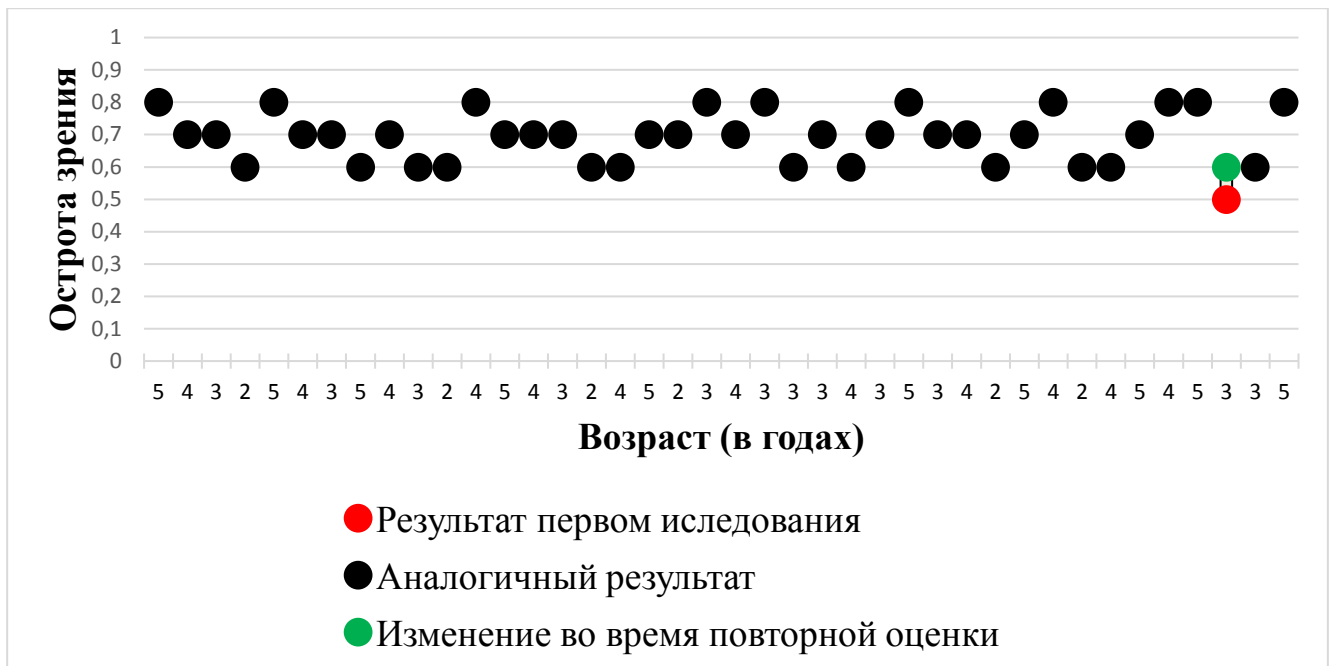


Рисунок 30. Графическое отображение результатов определения остроты зрения левого глаза по таблице JEI/JEI при первом и повторном исследовании

При использовании таблиц JEI/JEI результаты исследования правого и левого глаза оказались идентичными: полное совпадение результатов визометрии при первом и повторном исследовании имело место в 39-и случаях (97,5%), а в 1-м (2,5%) – наблюдали разницу в пределах 0,1. Таким образом, коэффициент ретестовой надежности метода был равен 0,975.

Несмотря на выявленную тенденцию увеличения коэффициента ретестовой надежности при использовании таблиц JEI/JEI по сравнению с аналогичными результатами применения таблицы Орловой, при статистической обработке с помощью критерия Хи-квадрат достоверной разницы в полученных показателях выявлено не было ($p=0,17$).

3.2.3. Количество исследуемых, поддающихся тестированию, при визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI.

При визометрии по таблице Орловой малодостоверные данные (ошибочная трактовка опто типов, невозможность точного обозначения фигур) были получены в 7-и случаях (17,5%), а при использовании таблицы JEI/JEI – только в 3-х (7,5%).

Разница в полученных результатах возможно связана с определенными трудностями, которые могут иметь место при распознавании и обозначении опто типов в таблице Орловой. Например, опто тип «мотоцикл с сидячим на нем человеком» может восприниматься как два предмета, в связи с чем дети могут затрудняться при ответе: «мотоцикл» или «мотоцикл с человеком». Опто тип «слон» также может быть не знаком детям дошкольного возраста (особенно сельским), которые могут назвать вместо него любое крупное рогатое животное, например, корову. Кроме этого, распознаваемость изображения может зависеть от уровня развития ребенка: например, такие опто типы, как петух и лошадь, самолет и звезда, как показала практика, часто путаются детьми.

Некоторые опто типы имеют сложную геометрическую фигуру, такие как «мотоцикл», «петух» и «лошадь». В этом случае для распознавания такой фигуры требуется более длительная зрительная фиксация, чем для поиска простых геометрических фигур, которая по данным ранее проведенных исследований составляет около 200 мс [4, 5] (таблица 5).

Таблица 5.

Средняя длительность зрительной фиксации в процессе решения различных задач информационного поиска [4, 5].

Задача	t_{ϕ} мс
Поиск отметки на экране монитора	370
Чтение буквы или цифры	310
Поиск условных знаков	300
Поиск простых геометрических фигур	200
Фиксация загорания (погасания) индикатора	280
Ознакомление с ситуацией, обозначенной условными знаками	640

t_{ϕ} - это скорость зрительной фиксации.

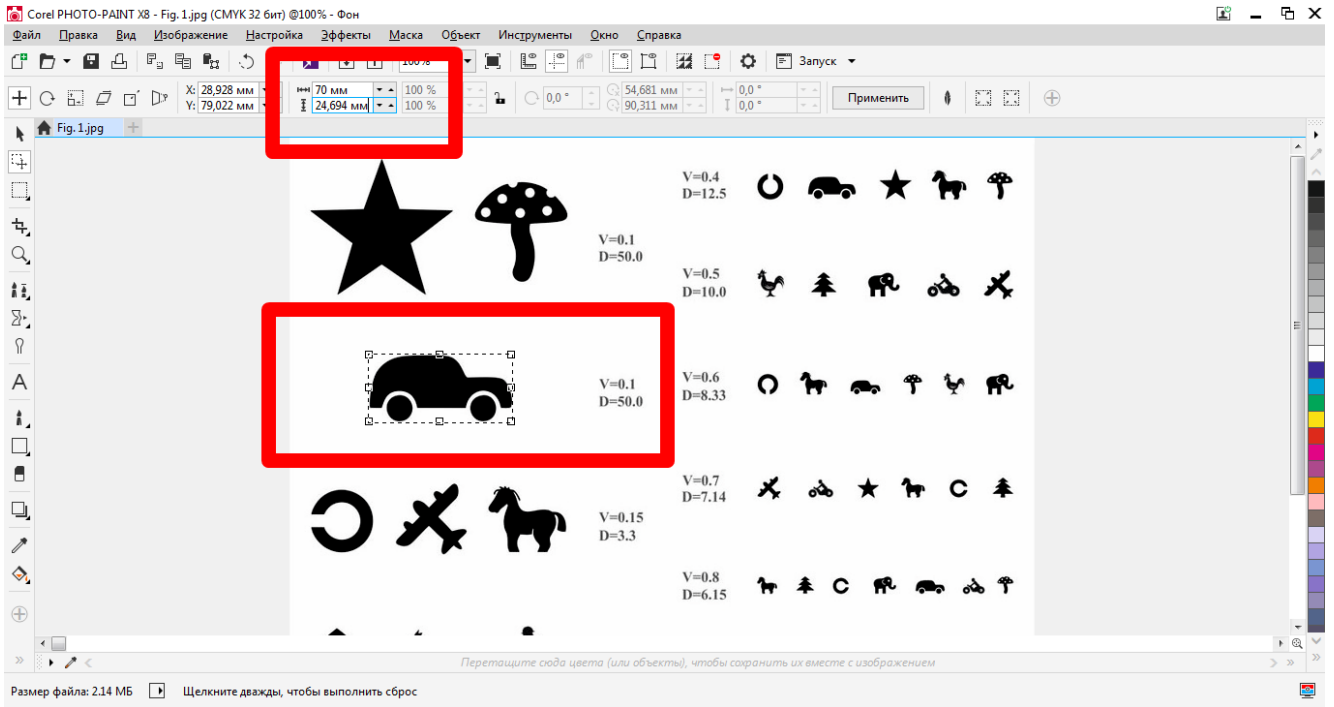


Рисунок 31. Различия в ширине и высоте фигуры «машина» (выделено красным) в таблице Орловой (объяснения в тексте).

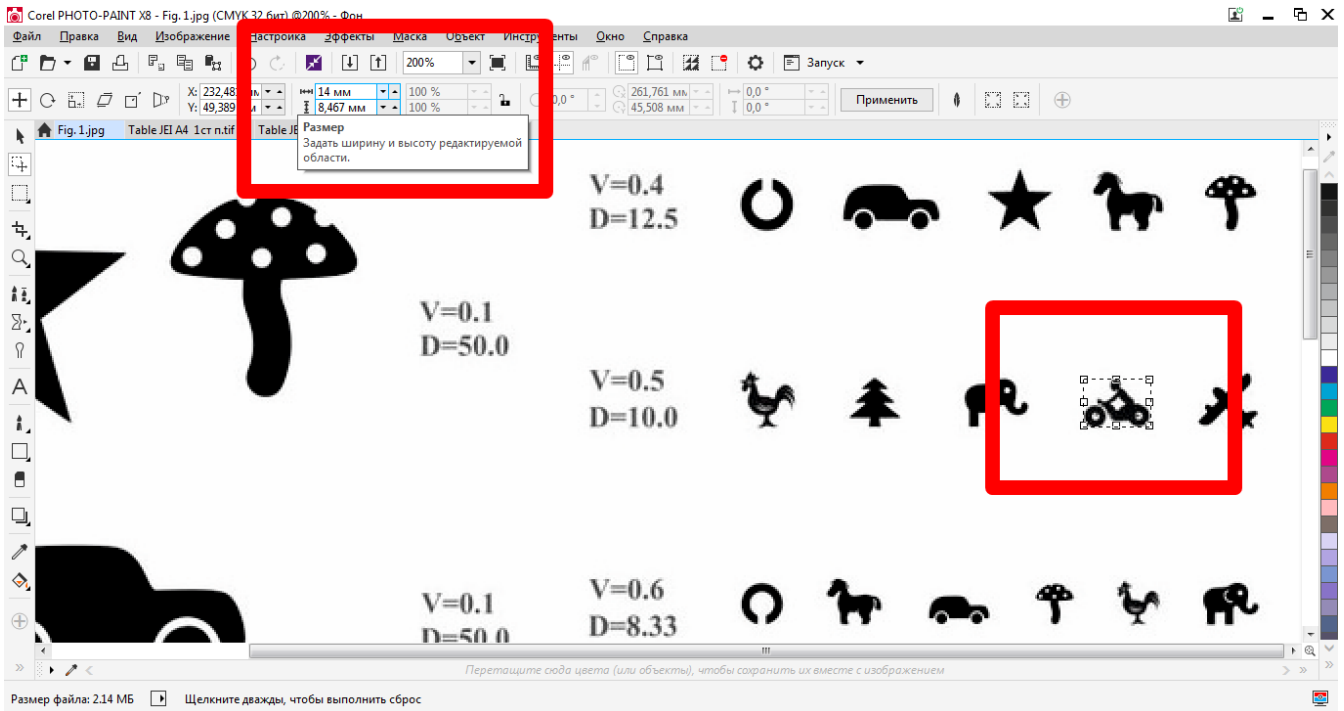


Рисунок 32. Различия в ширине и высоте фигуры «мотоцикл» (выделено красным) в таблице Орловой (объяснения в тексте).

Наконец, следует отметить определенное несоответствие основных правил построения оптопов, согласно которым высота каждого оптопов должна быть

равна ширине, а высота всех опто типов одной строки должна быть идентичной. Рис. 31 и 32 иллюстрируют отличия в ширине и высоте опто типов в таблице Орловой на примере фигур машины и мотоцикла.

3.2.4. Сравнительная оценка результатов визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI.

Сравнительная оценка результатов визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI при первом и повторном исследовании проводили на основе анализа совпадения и различия указанных методов в каждом конкретном наблюдении, а также с помощью метода Блэнда-Альтмана (Bland-Altman analysis).

На диаграммах (рис.33-36) случаи совпадения результатов определения остроты зрения правого и левого глаза по таблицам Орловой и JEI/JEI обозначены черными точками. При расхождении результатов зелеными точками обозначены данные, полученные по таблице JEI/JEI, а красными – по таблице Орловой).

При первом исследовании совпадение результатов визометрии по данным указанных методов для правого и левого глаза имело место в 29-и (72,5%) и 31-м случае (77,5%), соответственно, а эффективность обоих методов оценивали как идентичную.

В 11-и случаях (27,5%) при исследовании правого глаза данные визометрии отличались с однородной тенденцией: показатель, полученный с помощью таблицы JEI/JEI, превышал аналогичный показатель при использовании таблицы Орловой в пределах 0,1–0,3. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил $r = 0.675$ ($p < 0,001$), что соответствует положительной корреляционной связи средней силы.

При исследовании левого глаза данные имела место аналогичная тенденция: в 9-и случаях (22,5%) показатель, полученный с помощью таблицы JEI/JEI, превышал аналогичный показатель при использовании таблицы Орловой в пределах 0,1–0,2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил $r = 0,826$ ($p < 0,001$), что соответствует сильной положительной корреляционной связи.

Результаты повторного исследования практически не отличались от данных первичного тестирования. Совпадении результатов визометрии правого и

левого глаза по данным указанных методов имело место в 31-м (77,5%) и 32-х случаях (80%), соответственно.

В 9-и случаях (22,5%) при исследовании правого глаза данные визометрии отличались с однородной тенденцией: показатель, полученный с помощью таблицы JEI/JEI, превышал аналогичный показатель при использовании таблицы Орловой в пределах 0,1–0,2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил $r = 0.7$ ($p < 0,001$), что соответствует сильной положительной корреляционной связи.

В 8-и случаях (20%) при исследовании левого глаза выявлена аналогичная тенденция: показатель остроты зрения, полученный с помощью таблицы JEI/JEI, превышал аналогичный показатель при использовании таблицы Орловой в пределах 0,1–0,2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил $r = 0,856$ ($p < 0,001$), что соответствует сильной положительной корреляционной связи.

Полученные результаты в целом свидетельствуют о сопоставимости результатов визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI. Причина расхождений в отдельных наблюдениях с тенденцией к увеличению показателя остроты зрения, полученного с помощью таблиц JEI/JEI, возможно, связана уже отмеченным выше упрощенным восприятием детей 2-3 лет опто типов этой таблицы.

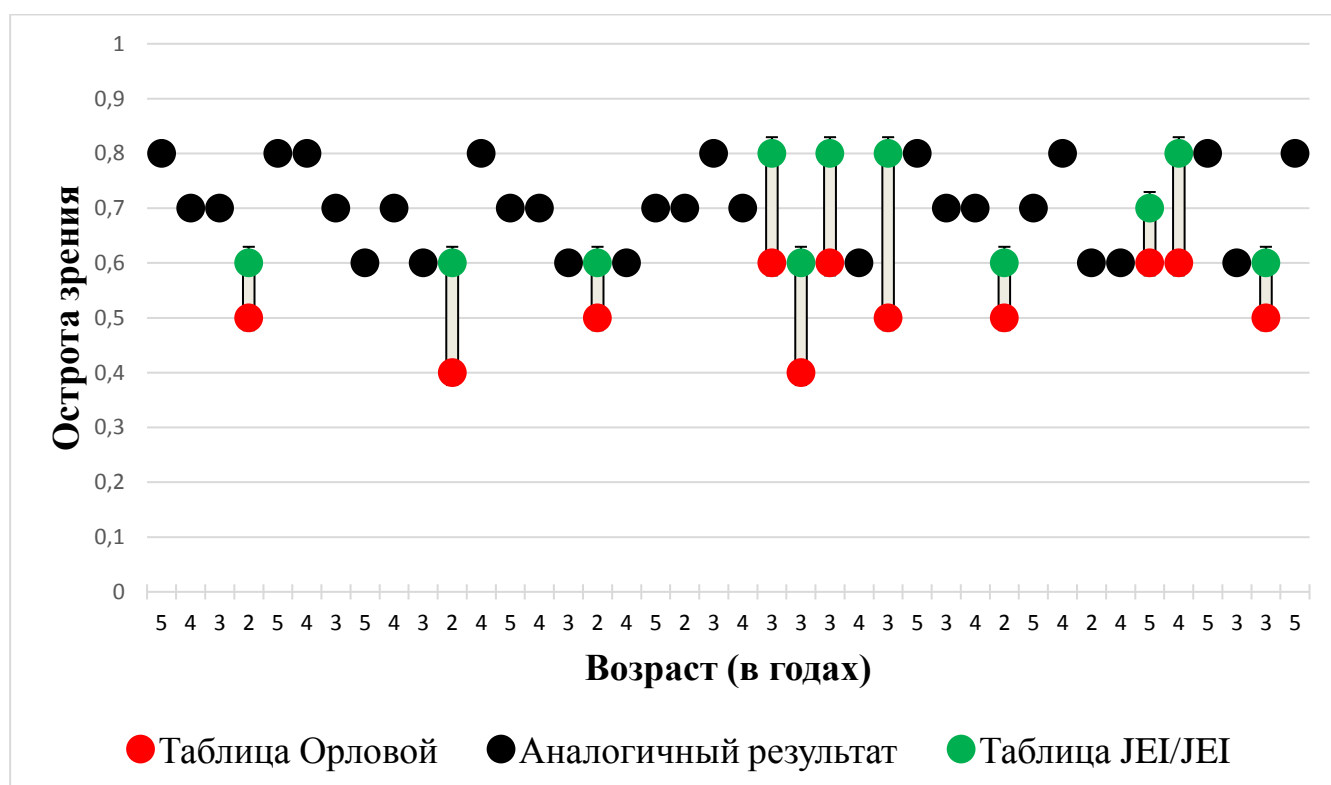


Рисунок 33. Графическое отображение результатов визометрии правого глаза по таблицам Орловой и JEI/JEI при первом исследовании.

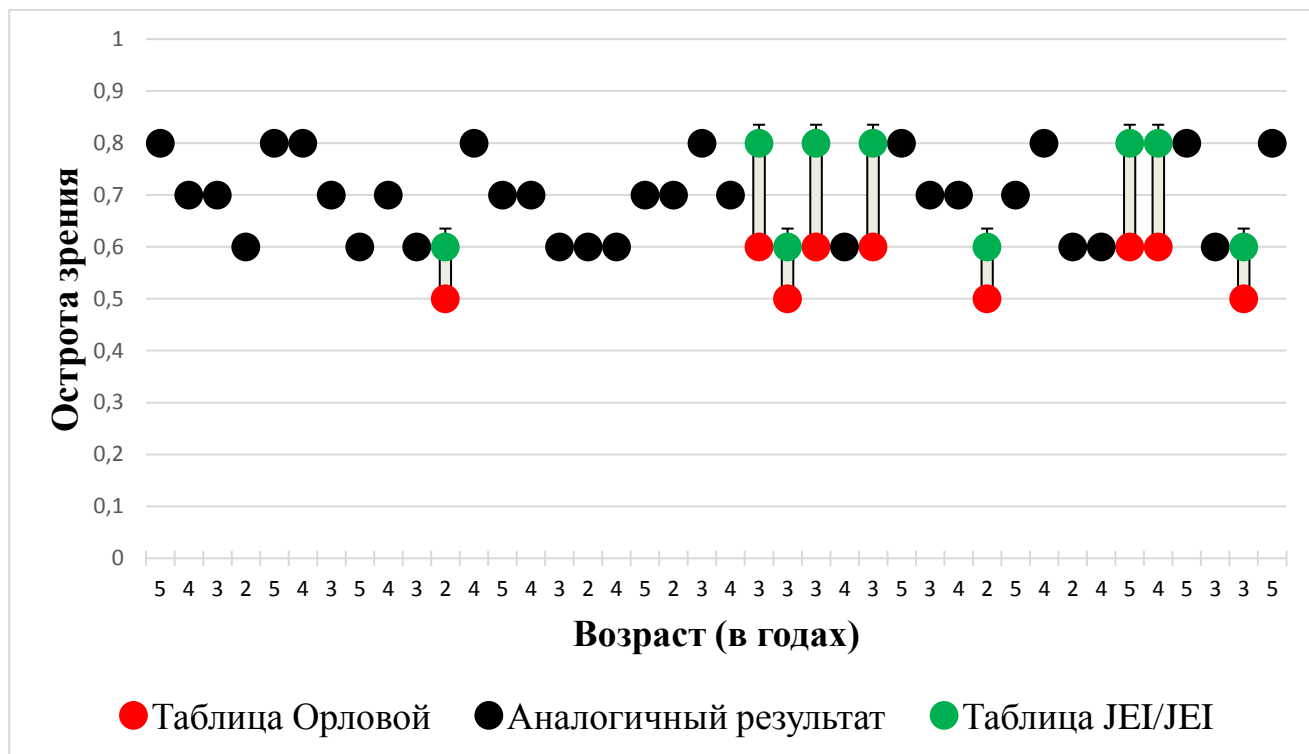


Рисунок 34. Графическое отображение результатов визометрии правого глаза по таблицам Орловой и JEI/JEI при повторном исследовании.

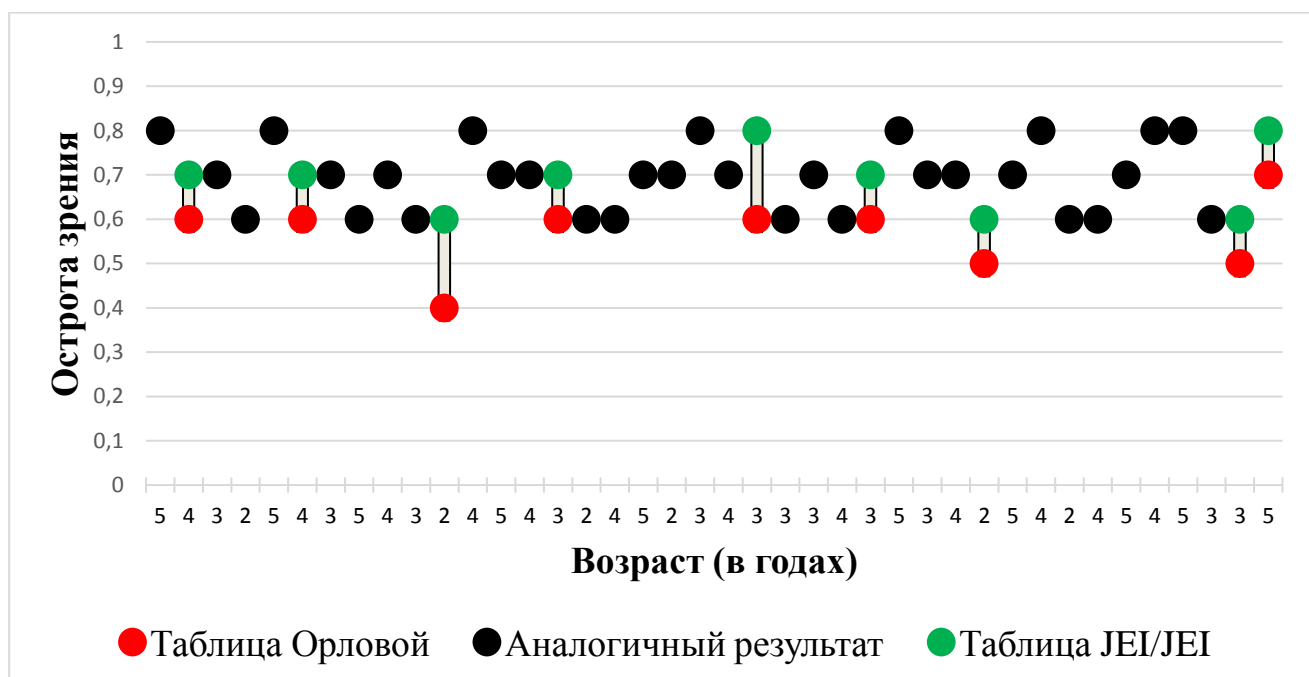


Рисунок 35. Графическое отображение результатов визометрии левого глаза по таблицам Орловой и JEI/JEI при первом исследовании.

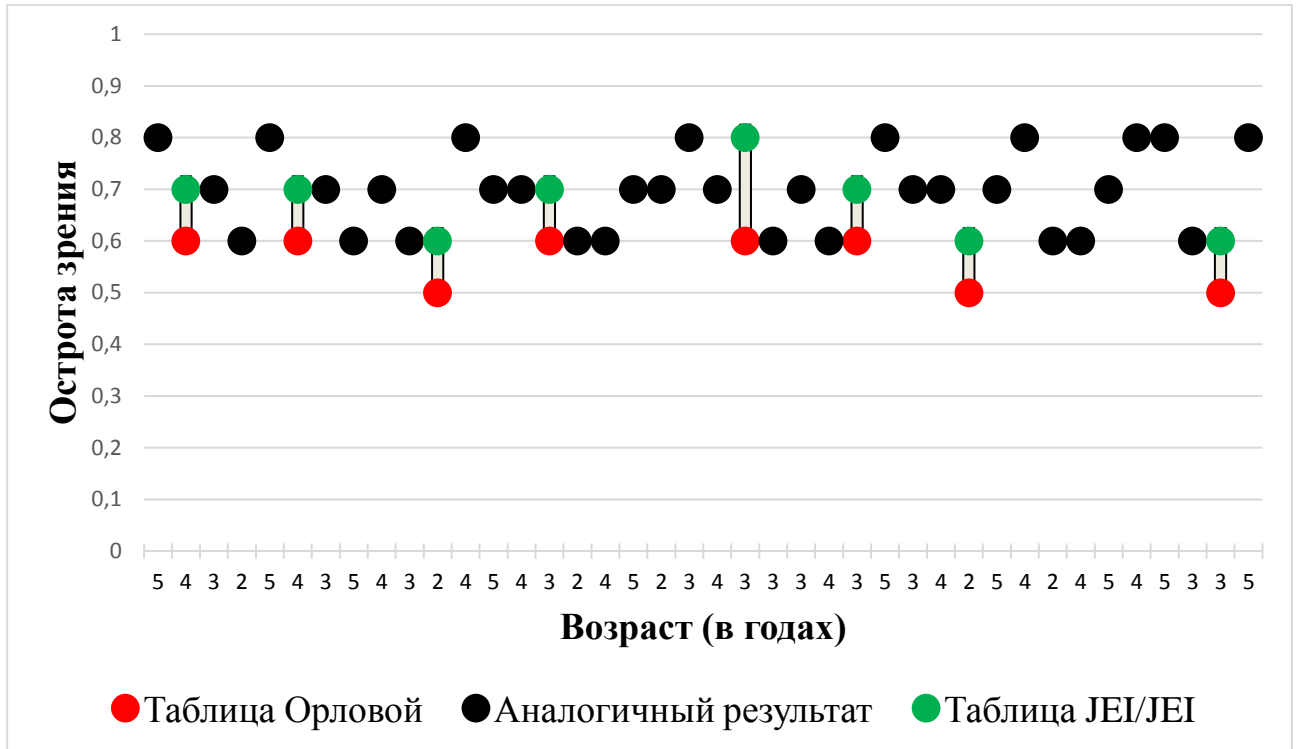


Рисунок 36. Графическое отображение результатов визометрии левого глаза по таблицам Орловой и JEI/JEI при повторном исследовании.

Анализ Блэнда-Альтмана для оценки степени согласованности результатов визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI при первичном и повторном исследовании включал следующие основные этапы:

1. сбор данных – результаты измерений для каждого глаза;
2. вычисление разницы между результатами измерений, полученными с использованием таблицы Орловой и JEI/JEI;
3. вычисление средней величины разницы и стандартного отклонения;
4. построение графика Блэнда-Альтмана на основе PROC SGPLOT в SAS (Statistical Analysis System): на оси абсцисс отображено среднее значение измерений с помощью указанных методов, а на оси ординат – разница между измерениями; для каждого наблюдения на графике представлена точка,

соответствующая среднему значению и разнице измерений;

5. Интерпретация результатов для оценки согласованности результатов: расположение точек вблизи нулевой линии с узкими пределами доверительного интервала свидетельствует о высокой согласованности результатов.

На рис. 37 и 38 представлены диаграммы Блэнда –Альтмана, отражающие сравнение данных визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI при первом и повторном исследовании, соответственно. На диаграммах сплошная линия отображает нулевой уровень и является точкой отсчета для сравнения разницы между результатами визометрии. Штриховые линии, представленные на графике, включают 2,5 перцентиль, медиану, 97,5 перцентиль и позволяют определять диапазон согласованности между результатами.

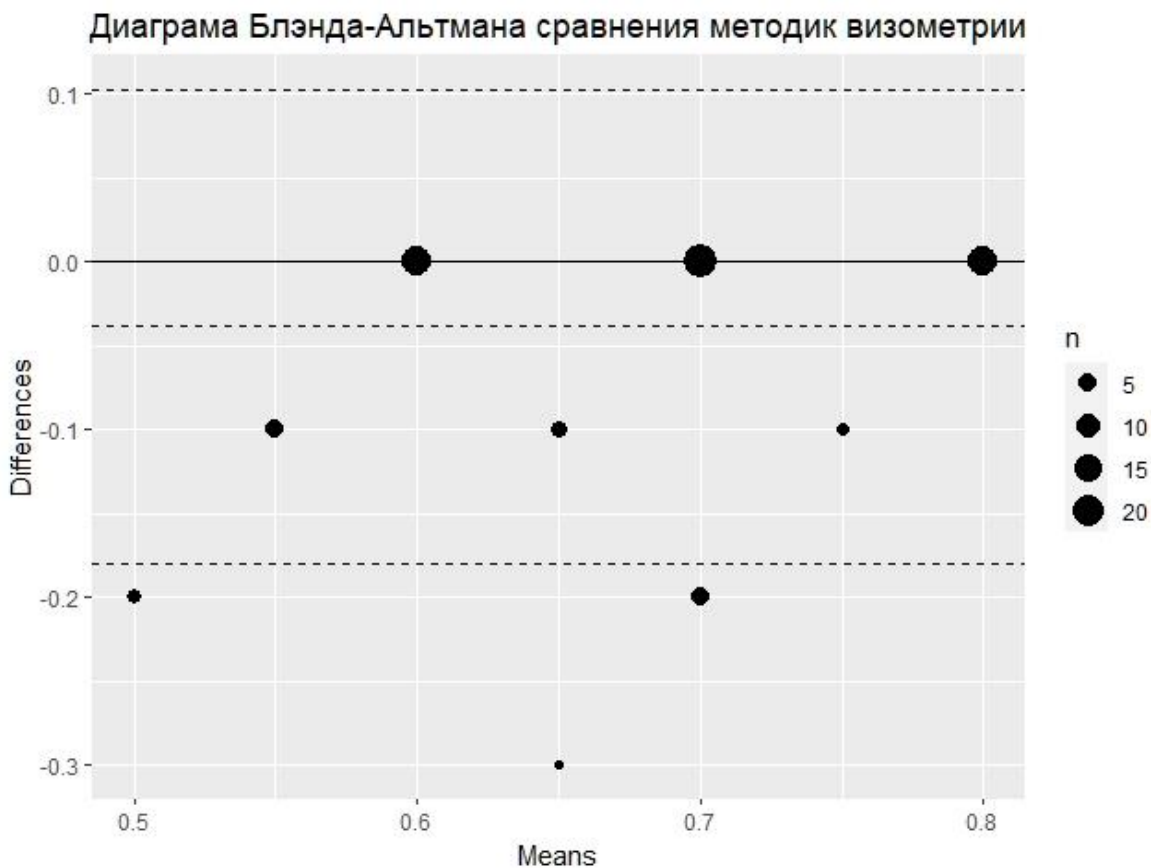


Рисунок 37. Диаграмма Блэнда –Альтмана сравнения результатов визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI при первом исследовании.

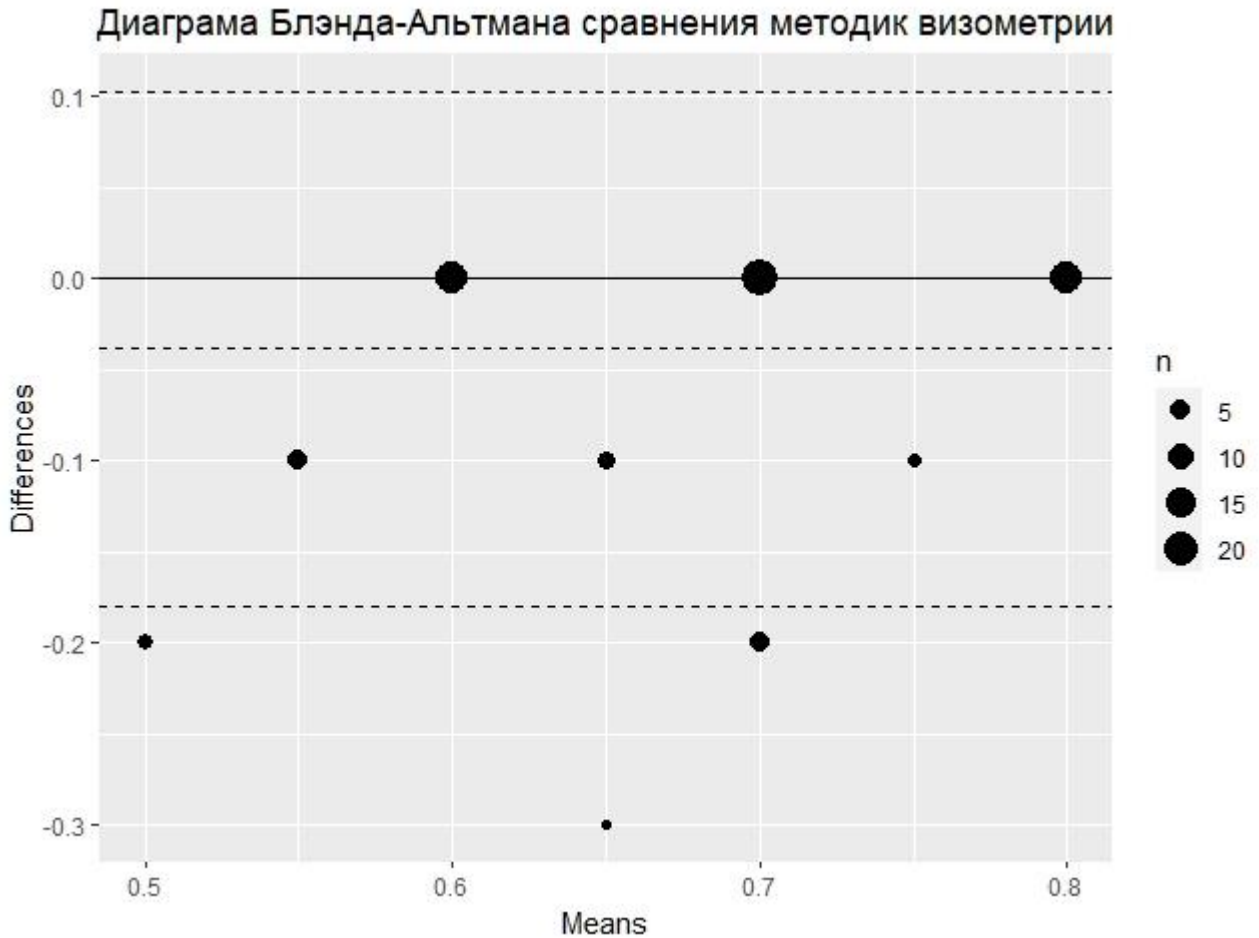


Рисунок 38. Диаграмма Блэнда –Альтмана сравнения результатов визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI при повторном исследовании.

По данным **первого исследования** средняя разность между измерениями составляет $-0,039$. Это означает, что результаты, полученные с помощью таблиц Орловой в среднем на $0,039$ ниже, чем результаты, полученные по таблицам JEI/JEI. 95% границ согласованности (LoA) составляют от $0,102$ до $-0,180$ – с вероятностью 95% разность между результатами двух методик будет находиться в пределах от $0,102$ до $-0,180$. Средняя разность (bias) близка к нулю, что свидетельствует о хорошей согласованности результатов указанных методов визометрии.

Разброс результатов двух методик визометрии относительно невелик, т.к. ширина 95% границ согласованности (LoA) составляет всего $0,282$, а точки

рассеяния диаграммы в основном расположены в пределах 95% границ согласованности.

Аналогичные результаты были получены при анализе диаграммы Блэнда-Альтмана по данным **повторного исследования**. Средняя разность между двумя методиками составляет -0,029, а 95% границы согласованности (LoA) – от 0,089 до -0,146. Средняя разность (bias) близка к нулю, ширина 95% границ согласованности (LoA) составляет 0,235, а точки рассеяния диаграммы в основном расположены в пределах 95% границ согласованности.

В целом, анализ диаграмм Блэнда-Альтмана свидетельствует о том, что результаты визометрии по таблицам Орловой и JEI/JEI сопоставимы.

3.3. Результаты визометрии с помощью различных методов в группе II (дети с патологией слуха и речи)

В данном разделе проведена сравнительная оценка результатов визометрии у глухонемых детей по таблице Головина (кольца с разрывом – т.н. опто типы Ландольта) и по таблице JEI/JEI. Результаты визометрии в каждом клиническом наблюдении представлены на рисунках 39-52.

3.3.1. Оценка времени, необходимого для визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI.

Время, необходимое для измерения остроты зрения правого и левого глаза каждого ребенка, фиксировал с помощью секундомера второй независимый наблюдатель.

Графически результаты оценки времени, необходимого для визометрии правого и левого глаза отображены на рис. 39. На диаграмме случаи совпадения результатов определения остроты зрения по таблицам Головина и JEI/JEI обозначены черными точками. При расхождении результатов зелеными точками обозначены данные, полученные по таблице JEI/JEI, а красными – по таблице Головина).

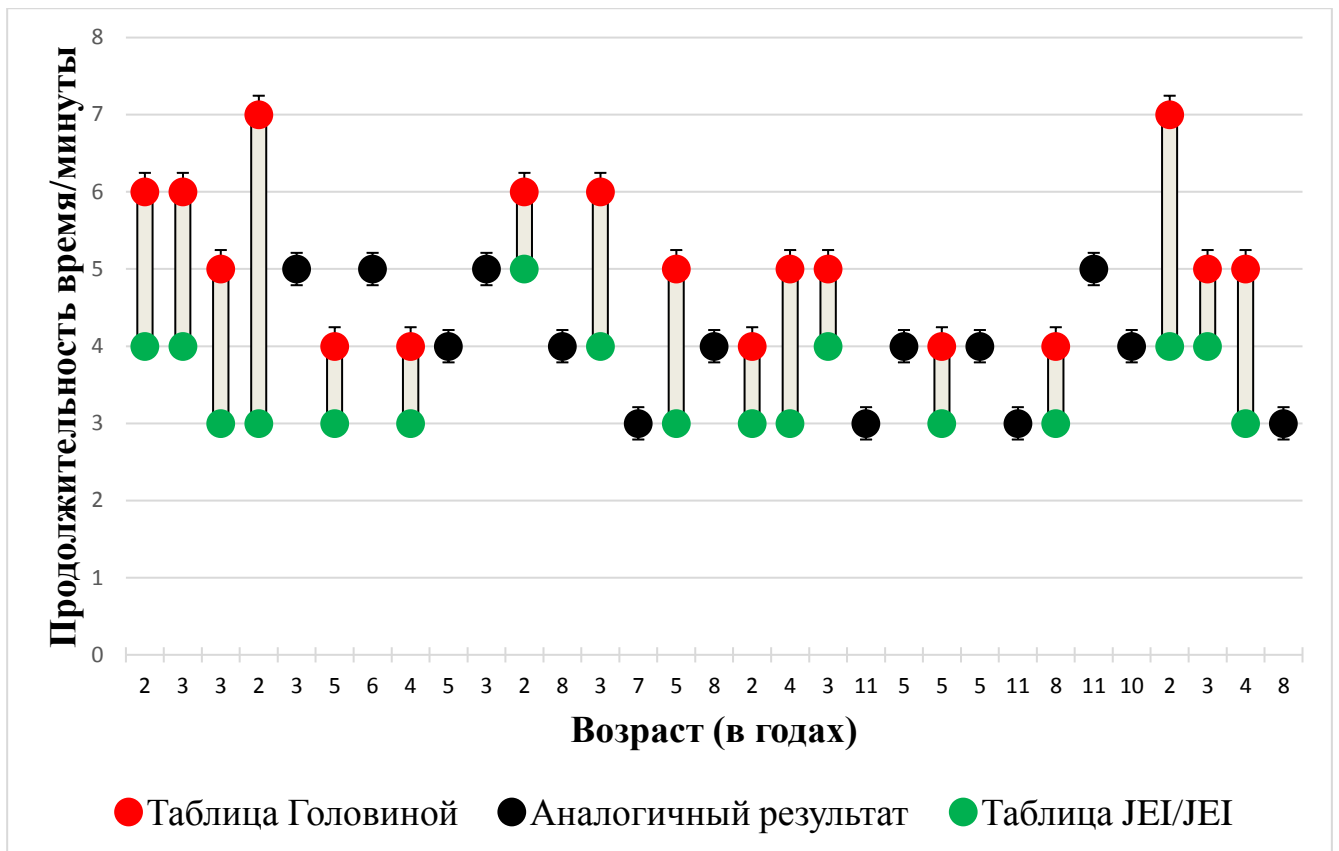


Рисунок 39. Сравнительное графическое отображение общего времени визометрии в каждом конкретном клиническом случае при первом исследовании по таблицам Головина и JEI/JEI.

При **первом исследовании** в 14-и (45,2%) случаях общее время визометрии при использовании таблиц Головина и JEI / JEI было идентичным, а в 17-и (54,8%) – было отмечено сокращение времени исследования при использовании таблицы JEI / JEI по сравнению с таблицей Головина диапазоне от 1 до 4 минут. Средняя длительность исследования по таблице Головина составила 4,64 минуты, а по таблице JEI / JEI – 3,7 минуты. Сравнение различий с помощью критерия Стьюдента показало достоверность выявленных различий ($p=0,000083$).

Результаты повторного исследования остроты зрения в данной группе детей представлены на рис. 40. На диаграмме случаи совпадения результатов определения остроты зрения по таблицам Головина и JEI/JEI обозначены черными точками. При расхождении результатов зелеными точками обозначены данные, полученные по таблице JEI/JEI, а красными – по таблице Головина.

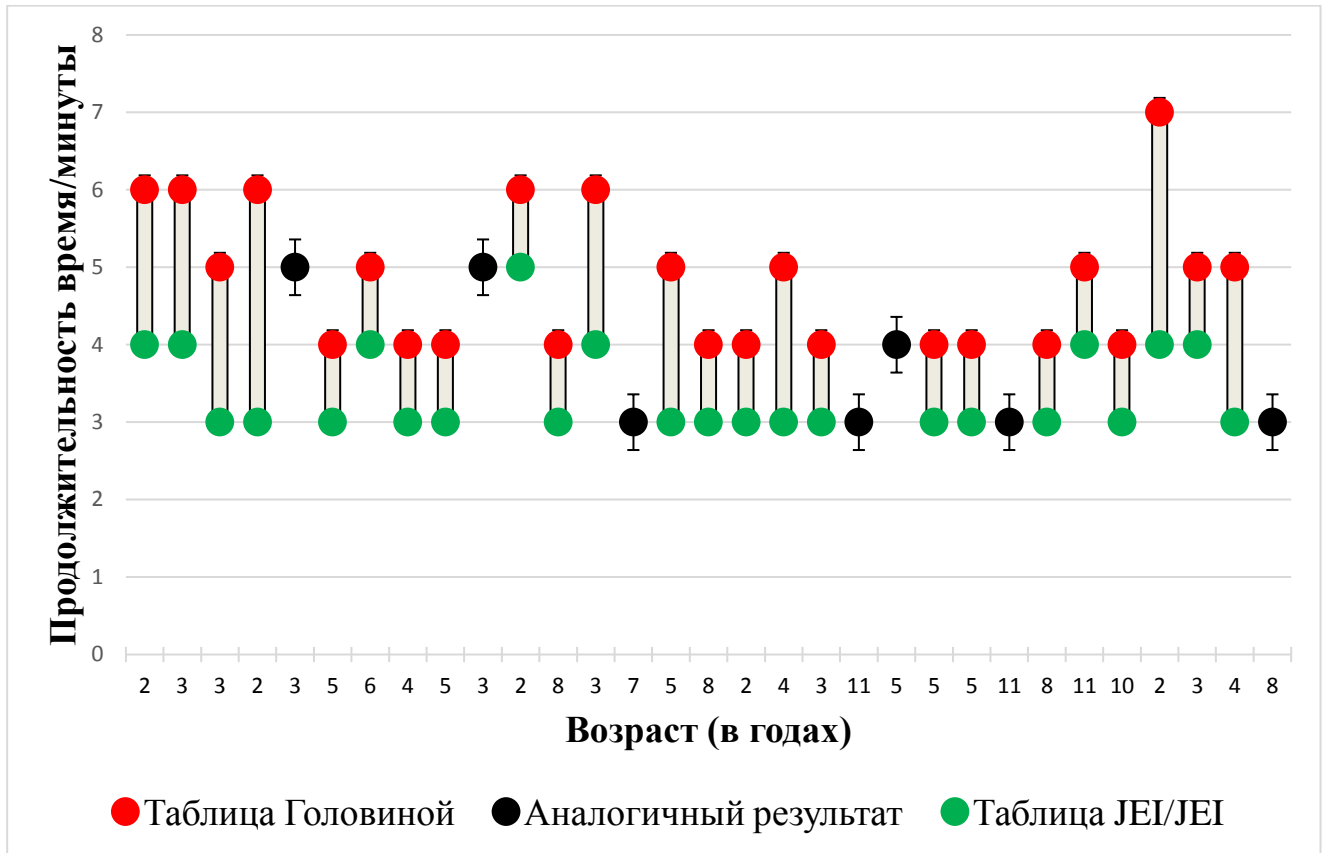


Рисунок 40. Сравнительное графическое отображение общего времени визометрии в каждом конкретном клиническом случае при повторном исследовании по таблицам Головина и JEI/JEI.

При **повторном исследовании** в 7-и (22,6%) случаях общее время визометрии при использовании таблиц Головина и JEI / JEI было идентичным, а в 24-х (77,4%) – было отмечено сокращение времени исследования при использовании таблицы JEI / JEI по сравнению с таблицей Головина в диапазоне от 1 до 3 минут. Средняя длительность исследования по таблице Головина составила 4,58 минуты, а по таблице JEI / JEI – 3,45 минуты. Сравнение результатов с помощью критерия Стьюдента показало достоверность выявленных различий ($p < 0,00001$).

Независимо от метода визометрии при повторном тестировании отмечена тенденция к некоторому уменьшению общего времени исследования, что, возможно, связано с проявлением определенной адаптации детей к условиям

исследования. Так, отмечено сокращение времени исследования в пределах одной минуты при визометрии с помощью таблиц Головина и JEI/JEI в 2-х (6,5%) и 8-и (25,8%) случаях, соответственно (диаграммы на рис. 41 и 42).

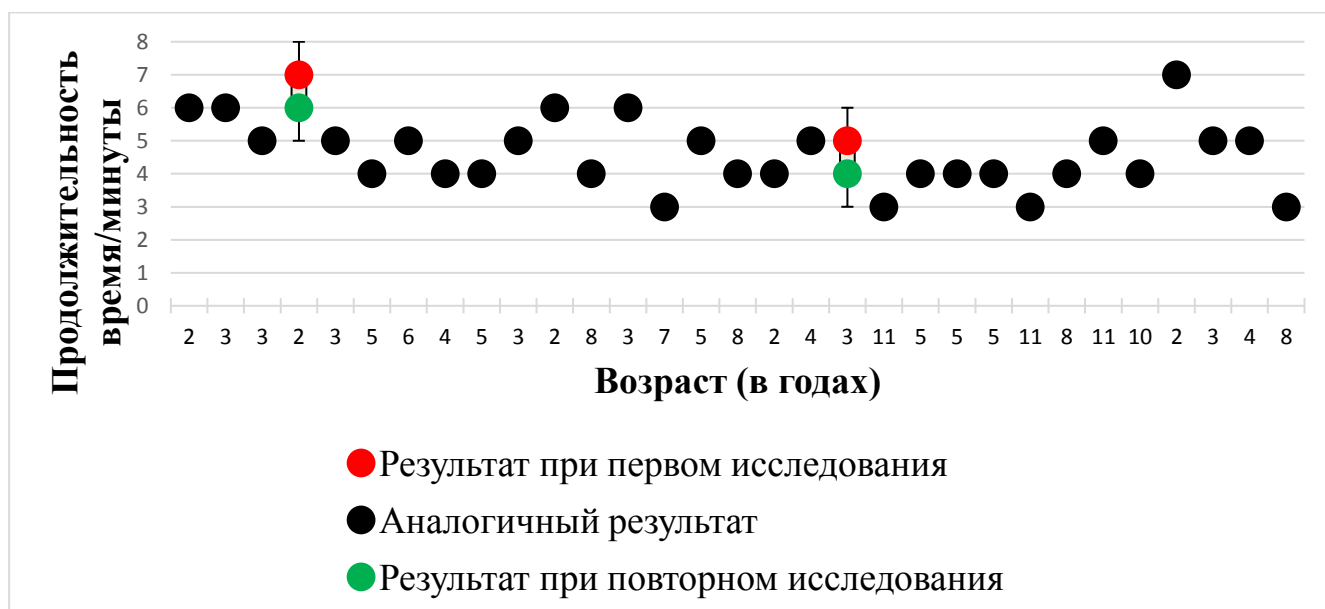


Рисунок 41. Сравнительное графическое отображение общего времени визометрии в каждом конкретном клиническом случае при первом и повторном исследовании по таблице Головина.

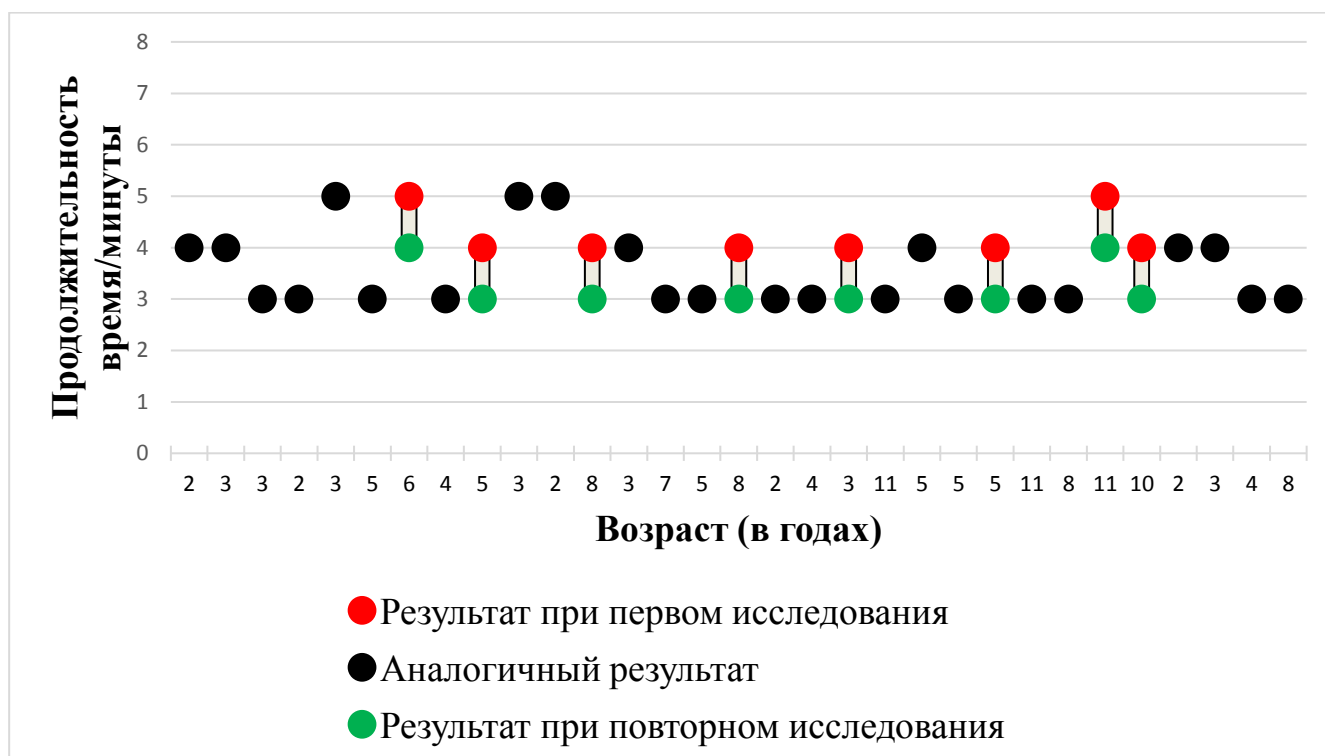


Рисунок 42. Сравнительное графическое отображение общего времени визометрии

в каждом конкретном клиническом случае при первом и повторном исследовании по таблице JEI/JEI.

3.3.2. Анализ «повторяемости» результатов визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI.

При оценке «повторяемости» результатов визометрии при повторном исследовании использовали коэффициент т.н. ретестовой надежности, который выражается числом от 0 до 1. Значение, близкое к 1, указывает на высокую степень согласованности между первым и повторным измерениями и свидетельствует о высокой надежности теста или измерения, а значение, близкое к 0, – наоборот, о низкой согласованности результатов и ненадежности измерения. Принимая во внимание потенциальную зависимость «повторяемости» результатов от комплекса факторов, стремились к максимальному соответствию алгоритма проведения первого и повторного тестов (время и условия проведения исследования). Результаты проведенных исследований в графическом отображении представлены на рис. 43-46. На диаграммах случаи совпадения результатов визометрии обозначены черными, а расхождения – красными и зелеными точками.

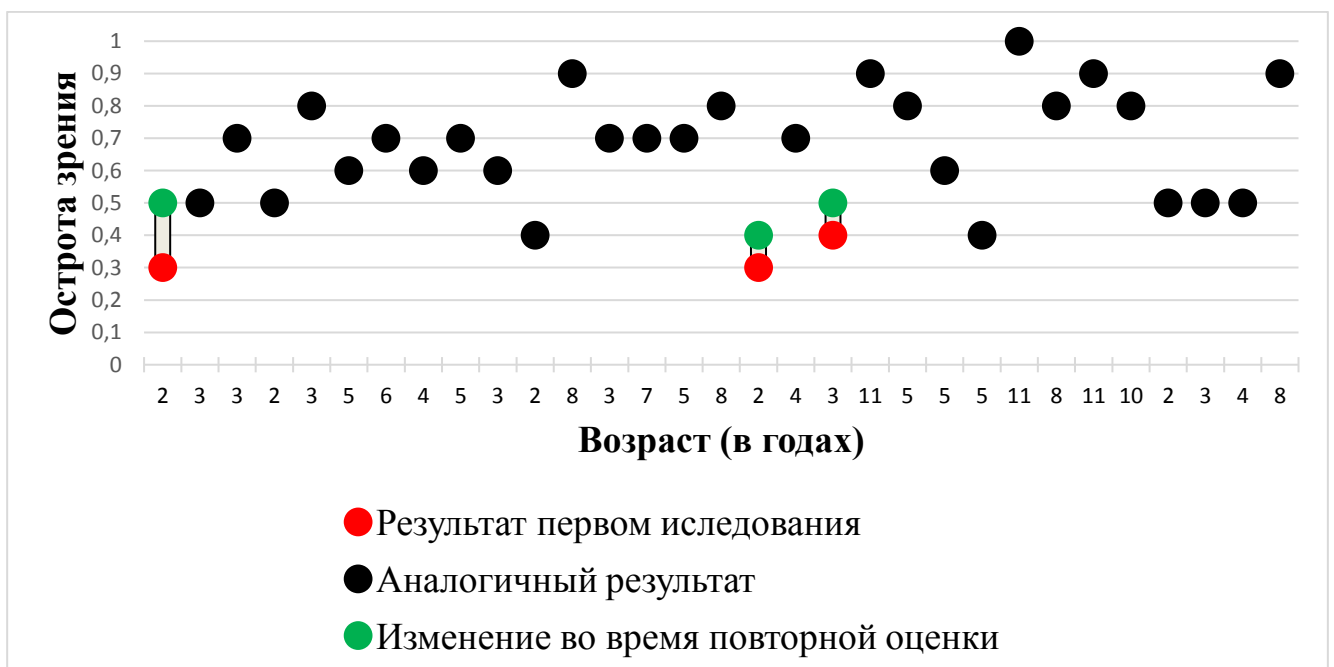


Рисунок 43. Графическое отображение результатов определения остроты зрения правого глаза по таблице Головина при первом и повторном исследовании.

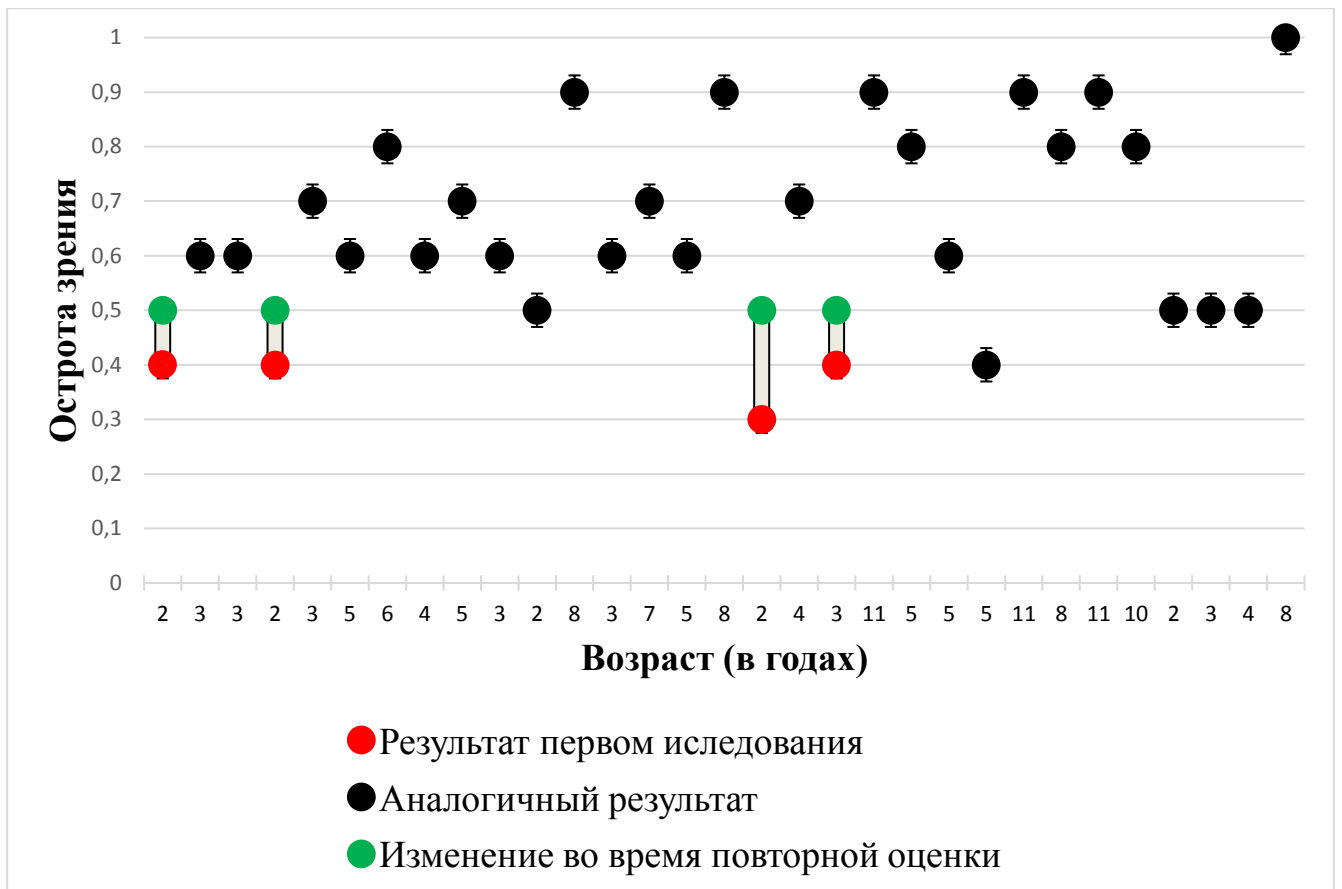


Рисунок 44. Графическое отображение результатов определения остроты зрения левого глаза по таблице Головина при первом и повторном исследовании.

При использовании таблиц Головина и исследовании правого глаза полное совпадение результатов визометрии при первом и повторном исследовании имело место в 28-и случаях (90,3%), а в 3-х (9,7%) – наблюдали разницу в пределах 0,1 до 0,2. При исследовании левого глаза эти показатели составили 27 (87%) и 4 (13%) случая, соответственно (диаграммы на рис. 42 и 43). Таким образом, коэффициент ретестовой надежности метода для правого и левого глаза был равен 0,903 и 0,870, соответственно.

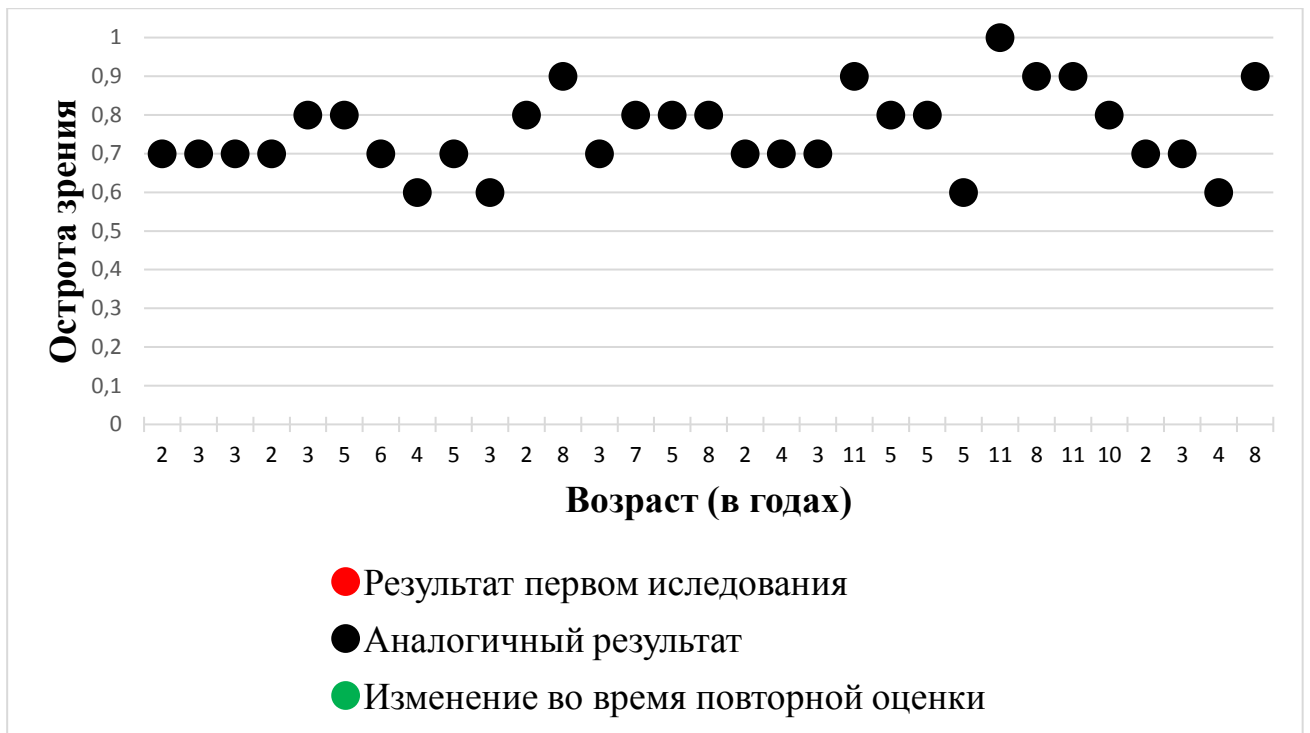


Рисунок 45. Графическое отображение результатов определения остроты зрения правого глаза по таблице по таблице JEI/JEI при первом и повторном исследовании



Рисунок 46. Графическое отображение результатов определения остроты зрения левого глаза по таблице по таблице JEI/JEI при первом и повторном исследовании

При использовании таблиц JEI/JEI результаты исследования правого и левого глаза оказались идентичными: полное совпадение результатов визометрии при первом и повторном исследовании имело место в 31 случаях (100%). Таким образом, коэффициент ретестовой надежности метода был равен 1.

Несмотря на выявленную тенденцию увеличения коэффициента ретестовой надежности при использовании таблиц JEI/JEI по сравнению с аналогичными результатами применения таблицы Головина, при статистической обработке с помощью критерия Хи-квадрат достоверной разницы в полученных показателях выявлено не было ($p=0,11$).

3.3.3. Количество исследуемых, поддающихся тестированию, при визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI.

При визометрии по таблице Головина малодостоверные данные (ошибочная трактовка опто типов, невозможность точного обозначения направление разрыва в кольце Ландольта: «вверх», «вниз», «влево», «вправо») были получены в 6-и случаях (19,4%), а при использовании таблицы JEI/JEI – только в 1-м (3,2%).

Разница в полученных результатах возможно связана с возрастной категорией детей (2-5 лет), трудностями правильной оценки при определении направления разрыва колец Ландольта из-за недостаточного развития ориентаций «вверх», «вниз», «влево», «вправо».

Как известно, пространственная ориентация осуществляется на основе непосредственного восприятия пространства и словесного обозначения пространственных категорий (местоположение, расстояние, пространственные отношения между объектами). Кроме этого известно, что в последние месяцы первого года жизни глухой ребенок обнаруживает отличия от слышащего человека из-за отсутствие слуха. Они выражаются в том, что количество познаваемых объектов и их свойств меньше, наблюдательность развивается медленнее, а выделение визуально воспринимаемых объектов, не подкрепленное слухом, происходит менее активно, чем у слышащих детей. На втором и частично на

третьем году жизни ребенок осваивает использование большинства окружающих предметов домашнего обихода. Сначала он использует предмет строго по назначению, а затем знакомство с основными функциями предметов позволяет ребенку более свободно оперировать им. Он может выполнять действие без объекта или с другим объектом, что дает ему необычную роль. Это отделение действия от объекта характеризует происхождение символической функции сознания и определяет происхождение игры. На втором году жизни у ребенка развивается активный интерес к окружающим предметам, стремление к активному манипулированию предметами, как неспецифическими, так и специфическими. На основе подражания действиям взрослого с предметами слабослышащий ребенок овладевает некоторыми из этих навыков, что способствует развитию восприятия. Практическая ориентация на свойства предметов развивается в основном на третьем году жизни: дети начинают обращать внимание на размер, цвет, форму предметов, пространственные отношения между ними.

Особенности в развитии восприятия у глухих детей по сравнению со слышащими детьми становятся более выраженными на втором-третьем годах, поскольку слышащие дети в этот период овладевают речью, что значительно способствует их сенсорному развитию. Таким образом, практическая ориентация на качества и свойства предметов развивается у большинства неслышащих детей на третьем году жизни, в то время как у нормально слышащих малышей она формируется в основном на втором году жизни.

С учетом вышеизложенного, заложенный в основе известных методик визометрии принцип определения направления разрыва кольца Ландольта может вызывать определенные трудности у детей дошкольного возраста с патологией слуха и речи, что в свою очередь снизило результаты и количество исследуемых, поддающихся тестированию при применении таблицы Головина.

3.3.4. Сравнительная оценка результатов визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI.

Сравнительная оценка результатов визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI при первом и повторном исследовании проводили на основе анализа

совпадения и различия указанных методов в каждом конкретном наблюдении, а также с помощью метода Блэнда-Альтмана (Bland-Altman analysis).

На диаграммах (рис. 47-50) случаи совпадения результатов определения остроты зрения правого и левого глаза по таблицам Головина и JEI/JEI обозначены черными точками. При расхождении результатов зелеными точками обозначены данные, полученные по таблице JEI/JEI, а красными – по таблице Головина).

При первом исследовании совпадение результатов визометрии по данным указанных методов для правого и левого глаза имело место в 16-и (51,6%) и 11-и случаях (35,5%), соответственно, а эффективность обоих методов оценивали как идентичную.

В 15-и случаях (48,4%) при исследовании правого глаза данные визометрии отличались с однородной тенденцией: показатель, полученный с помощью таблицы JEI/JEI, превышал аналогичный показатель при использовании таблицы Головина в пределах 0,1–0,4. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил $r = 0.734$ ($p < 0,0001$), что соответствует положительной корреляционной связи средней силы.

При исследовании левого глаза данные имела место аналогичная тенденция: в 20-и случаях (64,5%) показатель, полученный с помощью таблицы JEI/JEI, превышал аналогичный показатель при использовании таблицы Головина в пределах 0,1–0,4. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил $r = 0,7$ ($p < 0,0001$), что соответствует сильной положительной корреляционной связи.

Результаты повторного исследования практически не отличались от данных первичного тестирования. Совпадении результатов визометрии правого и левого глаза по данным указанных методов имело место в 16-и (51,6%) и 13-и случаях (42%), соответственно.

В 15-и случаях (48,4%) при исследовании правого глаза данные визометрии отличались с однородной тенденцией: показатель, полученный с помощью таблицы JEI/JEI, превышал аналогичный показатель при использовании таблицы Головина в пределах 0,1–0,2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена

составил $r = 0.737$ ($p < 0,0001$), что соответствует сильной положительной корреляционной связи.

В 18-и случаях (58%) при исследовании левого глаза выявлена аналогичная тенденция: показатель остроты зрения, полученный с помощью таблицы JEI/JEI, превышал аналогичный показатель при использовании таблицы Головина в пределах 0,1–0,3. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил $r = 0,7$ ($p < 0,0001$), что соответствует сильной положительной корреляционной связи.

Полученные результаты в целом свидетельствуют о сопоставимости результатов визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI. Причина расхождений в отдельных наблюдениях с тенденцией к увеличению показателя остроты зрения, полученного с помощью таблиц JEI/JEI, возможно, связана уже отмеченным выше упрощенным восприятием детей 2-5 лет опто типов этой таблицы.

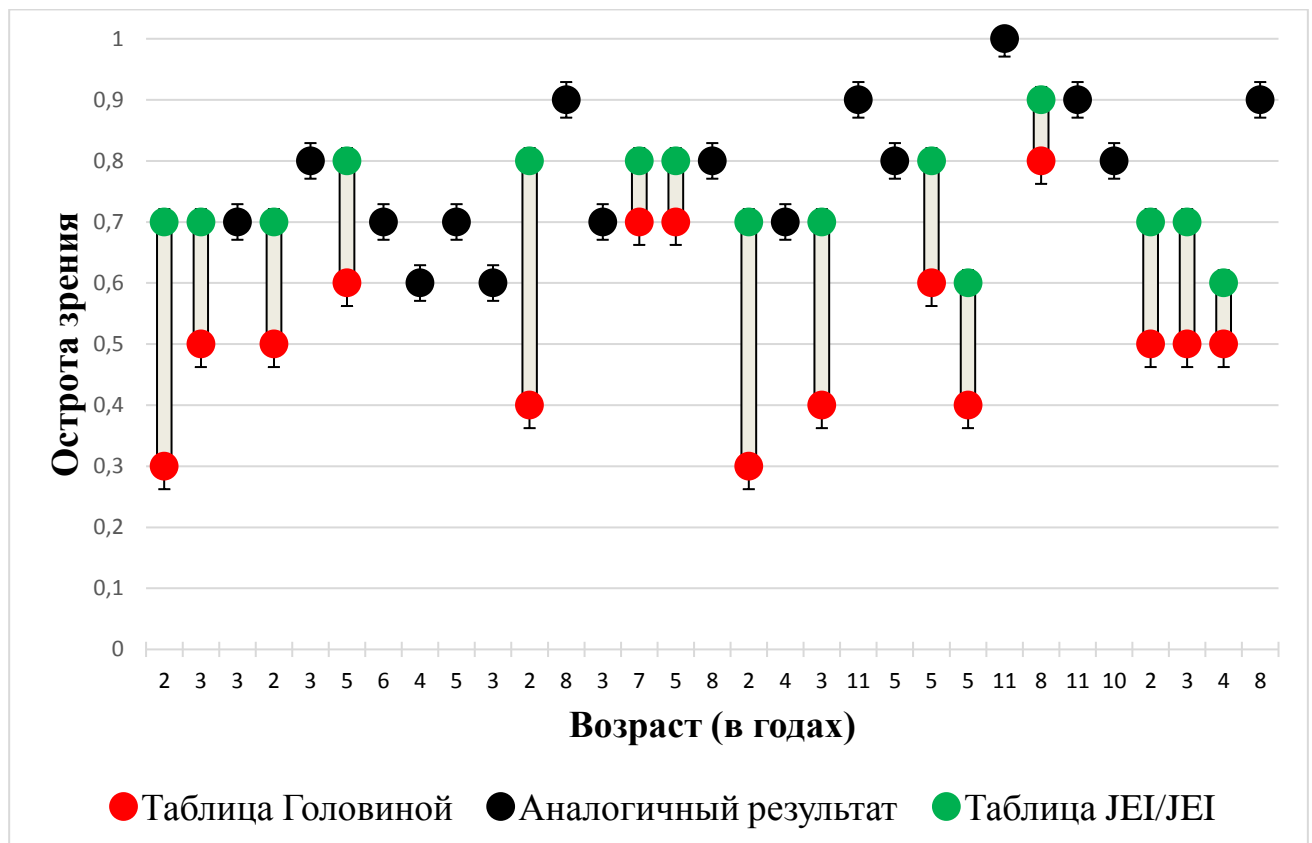


Рисунок 47. Графическое отображение результатов визометрии правого глаза по таблицам Головина и JEI/JEI при первом исследовании.

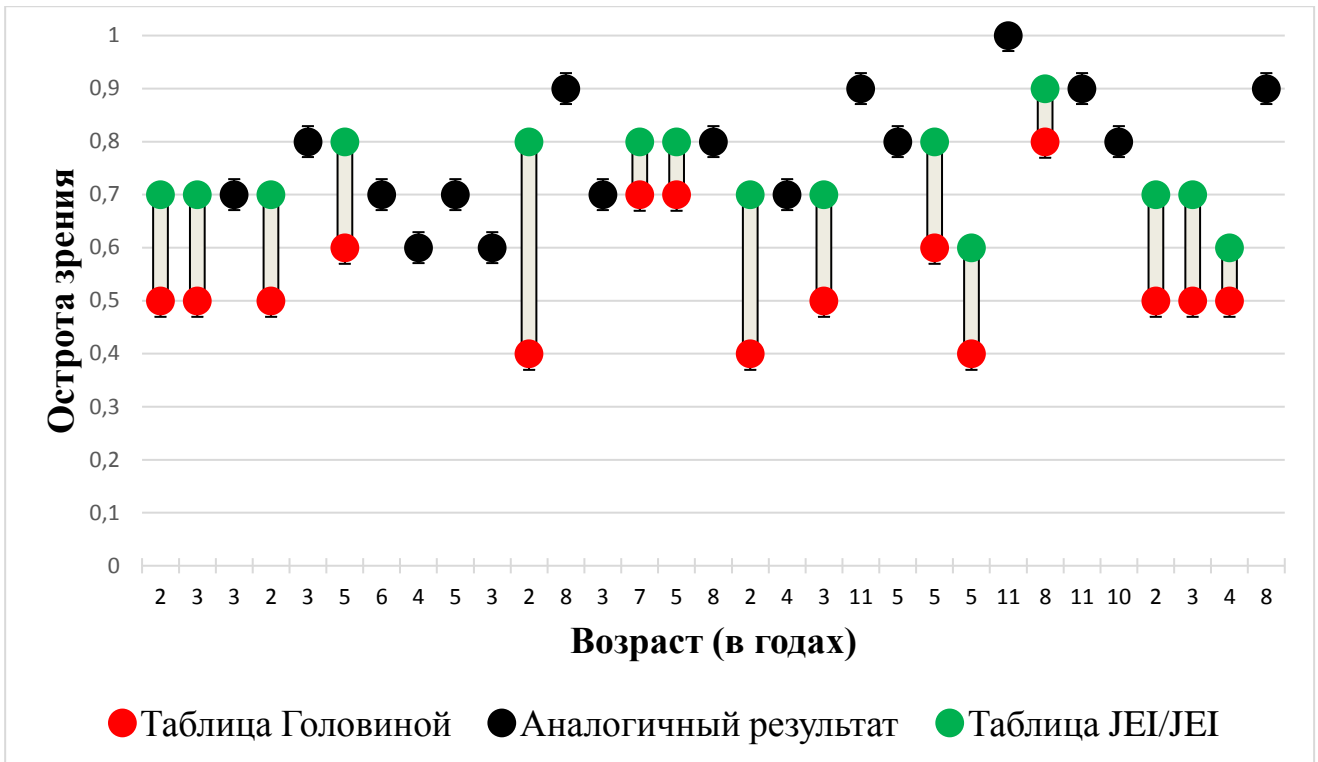


Рисунок 48. Графическое отображение результатов визометрии правого глаза по таблицам Головина и JEI/JEI при повторном исследовании.

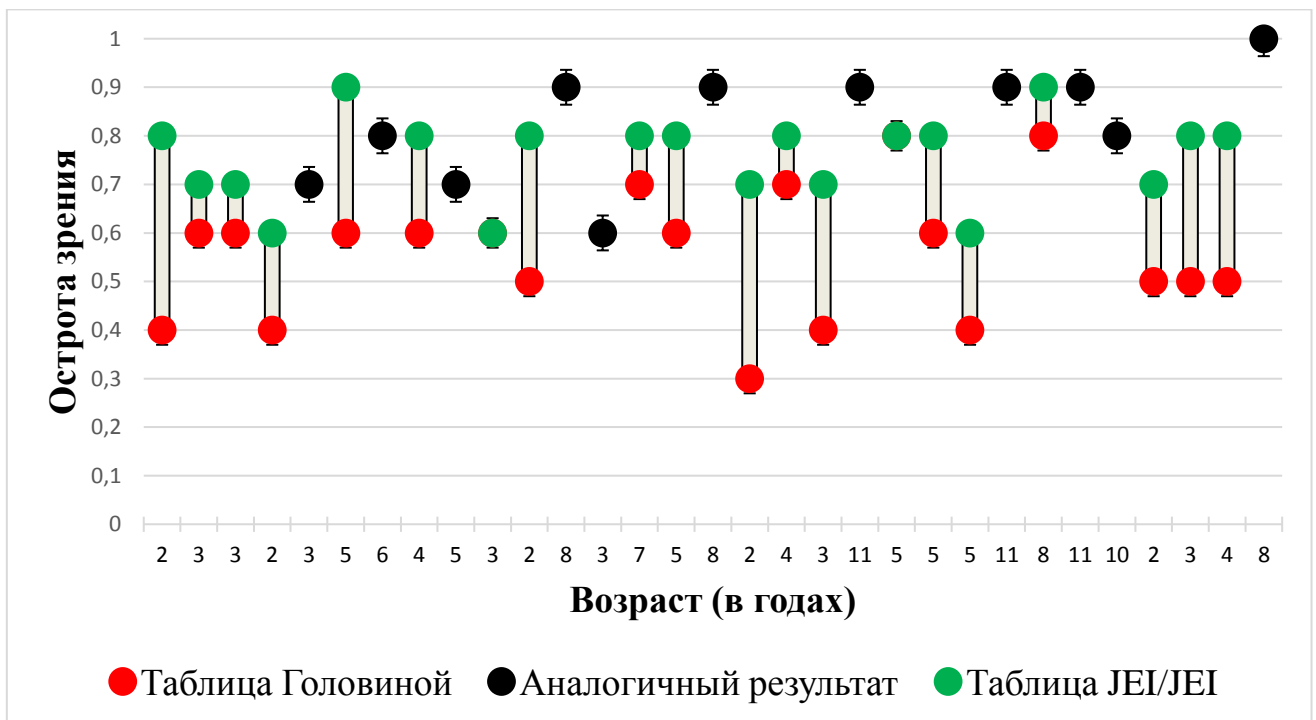


Рисунок 49. Графическое отображение результатов визометрии левого глаза по таблицам Головина и JEI/JEI при первом исследовании.

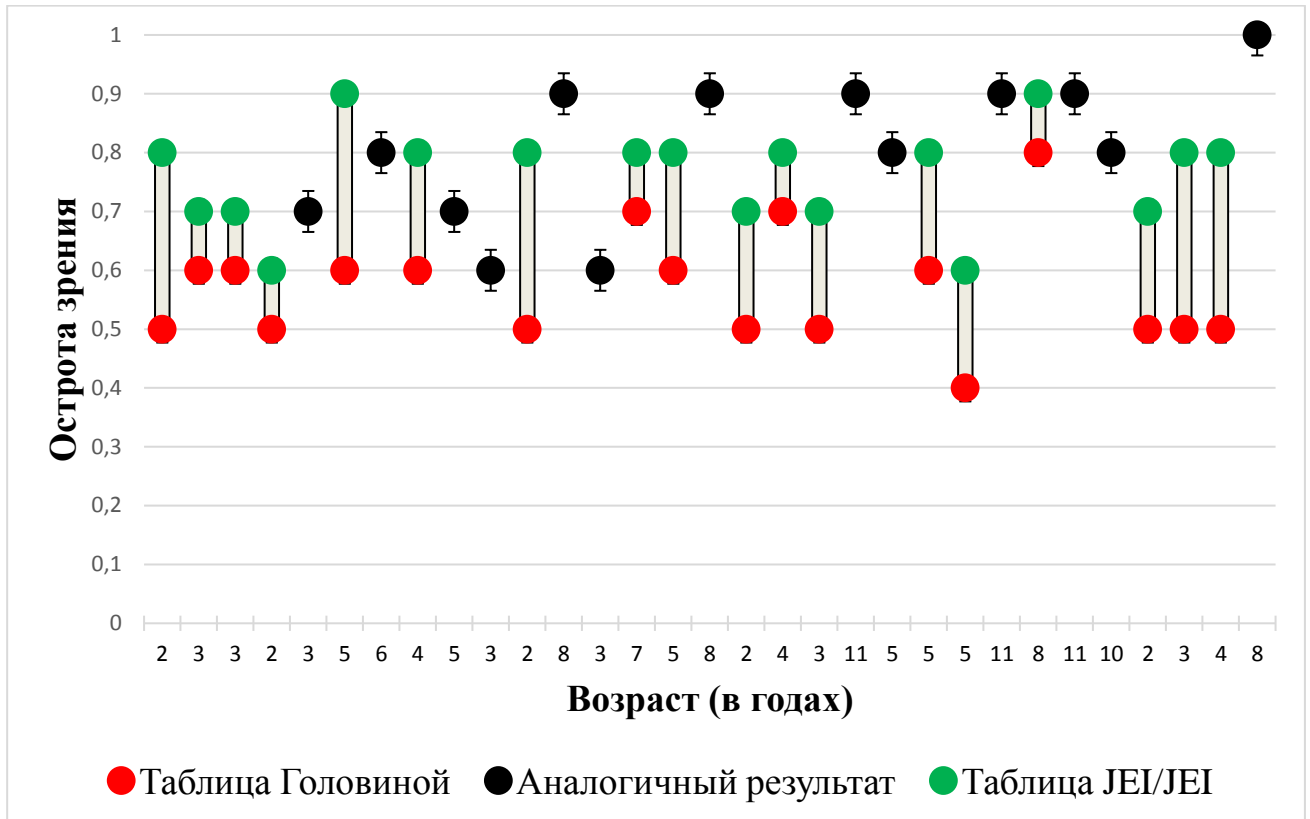


Рисунок 50. Графическое отображение результатов визометрии левого глаза по таблицам Головина и JEI/JEI при повторном исследовании.

Анализ Блэнда-Альтмана для оценки степени согласованности результатов визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI при первичном и повторном исследовании включал следующие основные этапы:

1. сбор данных – результаты измерений для каждого глаза;
2. вычисление разницы между результатами измерений, полученными с использованием таблицы Головина и JEI/JEI;
3. вычисление средней величины разницы и стандартного отклонения;
4. построение графика Блэнда-Альтмана на основе PROC SGPLOT в SAS (Statistical Analysis System): на оси абсцисс отображено среднее значение измерений с помощью указанных методов, а на оси ординат – разница между измерениями; для каждого наблюдения на графике представлена точка, соответствующая среднему значению и разнице измерений;
5. Интерпретация результатов для оценки согласованности результатов:

расположение точек вблизи нулевой линии с узкими пределами доверительного интервала свидетельствует о высокой согласованности результатов.

На рис. 51 и 52 представлены диаграммы Блэнда –Альтмана, отражающие сравнение данных визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI при первом и повторном исследовании, соответственно. На диаграммах сплошная линия отображает нулевой уровень и является точкой отсчета для сравнения разницы между результатами визометрии. Штриховые линии, представленные на графике, включают 2,5 перцентиль, медиану, 97,5 перцентиль и позволяют определять диапазон согласованности между результатами.

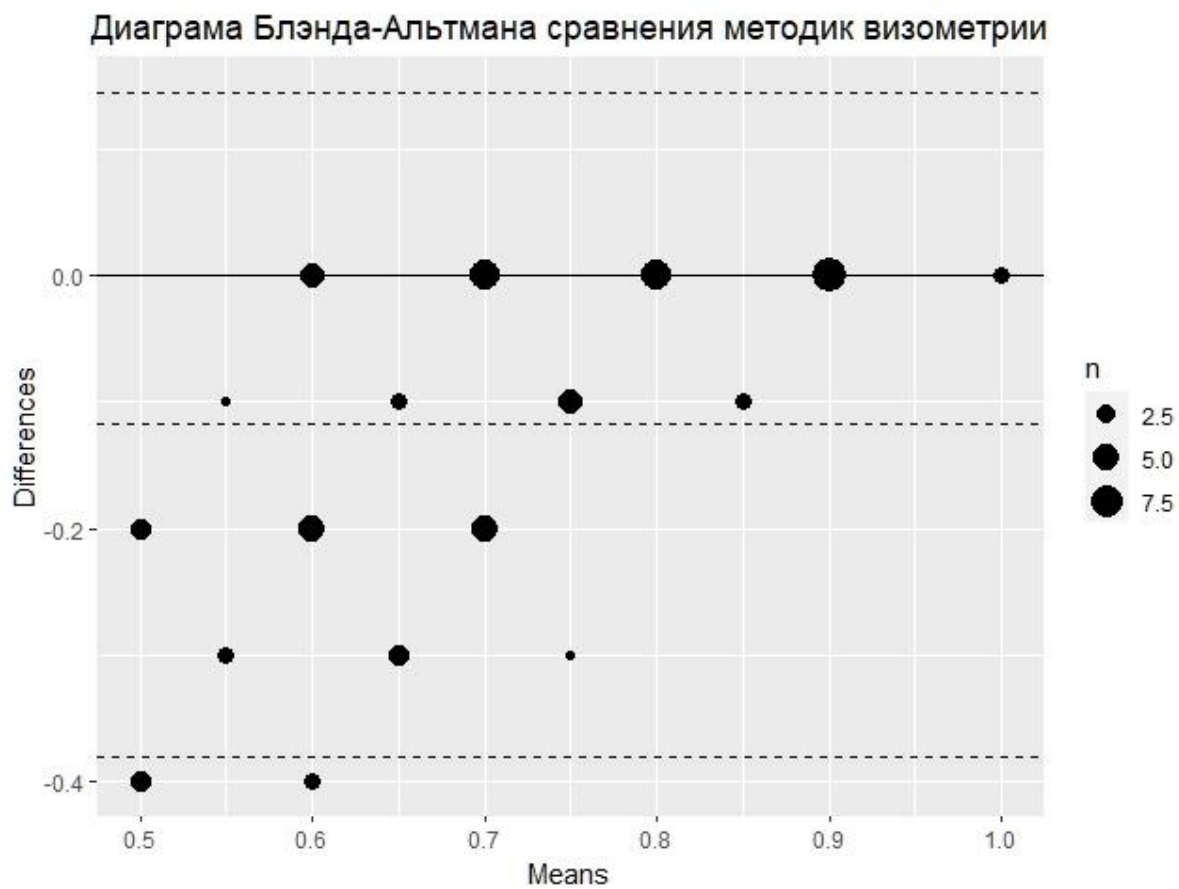


Рисунок 51. Диаграмма Блэнда –Альтмана сравнения результатов визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI при первом исследовании.

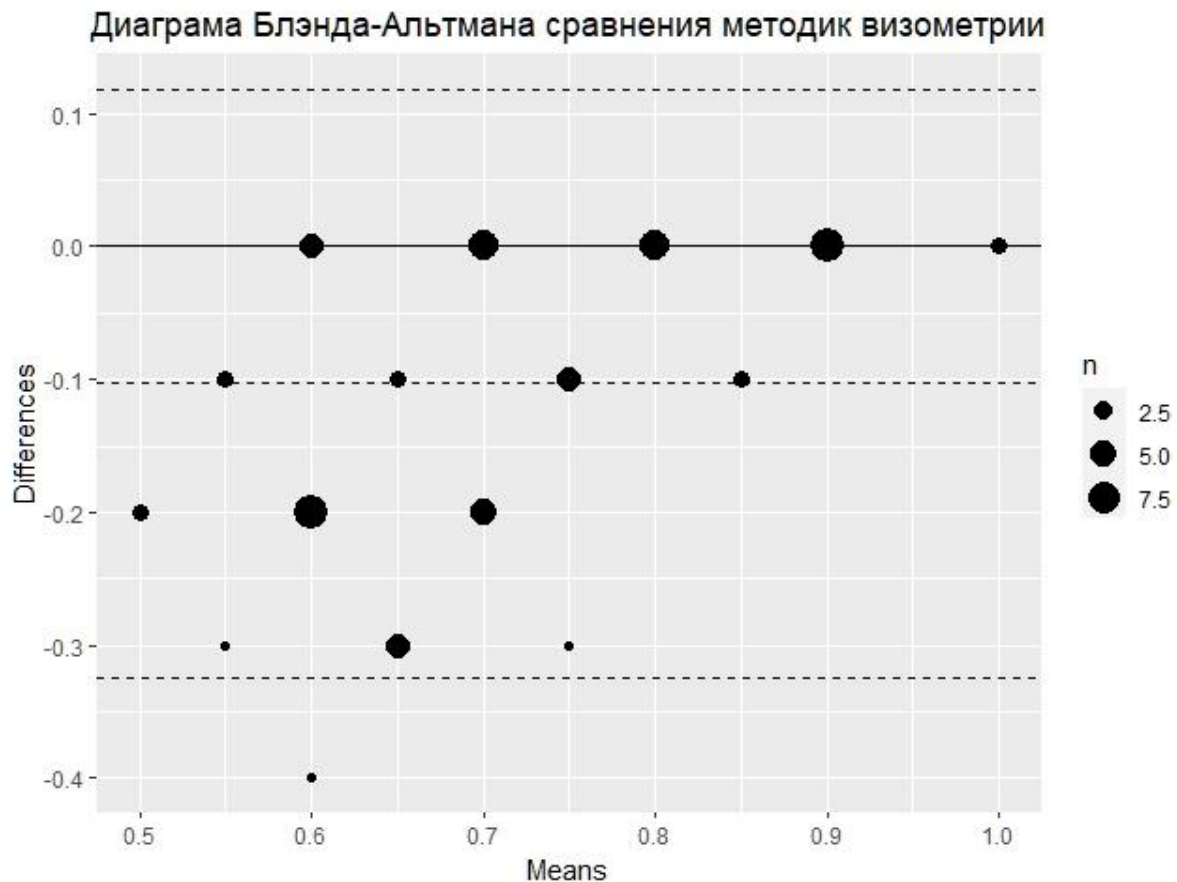


Рисунок 52. Диаграмма Блэнда –Альтмана сравнения результатов визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI при первом исследовании.

По данным **первого исследования** средняя разность между измерениями составляет -0,188. Это означает, что результаты, полученные с помощью таблиц Головина в среднем на 0,188 ниже, чем результаты, полученные по таблицам JEI/JEI. 95% границ согласованности (LoA) составляют от 0,144 до -0,380 – с вероятностью 95% разность между результатами двух методик будет находиться в пределах от 0,144 до -0,380. Средняя разность (bias) близка к нулю, что свидетельствует о среднем уровне согласованности результатов указанных методов визометрии.

Разброс результатов двух методик визометрии относительно невелик, т.к. ширина 95% границ согласованности (LoA) составляет 0,524.

Аналогичные результаты были получены при анализе диаграммы Блэнда-Альтмана по данным **повторного исследования**. Средняя разность между двумя методиками составляет -0,173, а 95% границы согласованности (LoA) – от 0,118 до

-0,324. Средняя разность (bias) близка к нулю, ширина 95% границ согласованности (LoA) составляет 0,443, а точки рассеяния диаграммы в основном расположены в пределах 95% границ согласованности.

В целом, анализ диаграмм Блэнда-Альтмана свидетельствует о том, что результаты визометрии по таблицам Головина и JEI/JEI сопоставимы. Разброс результатов двух методик визометрии относительно невелик, т.к. ширина 95% границ согласованности (LoA) составляет при первом и повторном исследовании 0,524 и 0,443, соответственно. Тем не менее при использовании оригинальной таблицы количество исследуемых, поддающихся тестированию, были выше по сравнению с аналогичными показателями при визометрии с помощью таблиц Головина (рис. 38-49) как при первом и повторном исследованиях. Разница в полученных результатах возможно связана с возрастной категорией детей и трудностями правильной оценки при определении направления разрыва колец Ландольта из-за недостаточного развития ориентаций «вверх», «вниз», «влево», «вправо».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определение остроты зрения у детей 2-5 лет имеет исключительную значение для своевременной диагностики и коррекции зрительных расстройств. Любые отклонения в остроте зрения могут иметь долгосрочные последствия и негативно влиять на когнитивное развитие, обучение и качество жизни ребенка. Согласно статистическим данным, от 30% до 35% детей дошкольного возраста и глухонемых детей имеют нарушения зрения, требующие коррекции. Несвоевременная диагностика и коррекции зрительных расстройств может привести к снижению остроты зрения вследствие развития амблиопии и нарушениям бинокулярного зрения с последующими проблемами с социализацией и обучением.

Традиционные методы визометрии у детей, основанные на использовании таблиц Орловой и Головина имеют ряд недостатков, чаще проявляющихся в возрастном диапазоне исследуемых 2-5 лет. Рекомендуемое для исследования расстояние от таблицы (5 метров) с одной стороны затрудняет контакт с ребенком, а с другой – требует наличия специального помещения, что усложняет проведение скрининговых обследований детей дошкольных учреждений;

При визометрии по таблице Головина дети могут испытывать трудности с индикацией разрывов в опто типах Ландольта из-за недостаточного развития пространственной ориентации. Удаленность таблицы и определенная непривлекательность опто типов могут снижать мотивацию детей к тесту. Указанные недостатки усложняют процесс визометрии у детей с нарушениями слуха и речи.

В таблице Орловой степень узнаваемости опто типов в одном и том же ряду заметно варьирует и во многом зависит от уровня развития ребенка, а в рядах 8, 9 и 10 (соответствующих остроте зрения 0.8, 0.9 и 1.0) из-за увеличенного количества опто типов, может иметь место затрудненное восприятие и увеличение время поисковой зрительной фиксации опто типов. Кроме этого таблица не адаптирована для исследования остроты зрения у детей с нарушениями слуха и речи.

Таким образом, совершенствование методик исследования остроты зрения у детей дошкольного возраста в плане повышения точности, упрощения и доступности (в том числе при обследовании глухонемых пациентов) остается актуальной задачей.

Оценка остроты зрения у глухонемых детей требует специализированных подходов, позволяющих прежде всего преодолеть коммуникативные барьеры. В процессе диссертационного исследования были разработаны новые таблицы JEI/JEI для оценка остроты зрения у здоровых детей дошкольного возраста и глухонемых детей [Патент РФ № RU 2 703 697 C1]. При разработке оригинального метода визметрии учитывали факторы, которые могут положительно повлиять на проведение исследования у детей дошкольного возраста и глухонемых пациентов: упрощение оценки предъявляемых объектов непосредственно детьми, а также обеспечение возможности сотрудничества и коммуникации врача с детьми.

Настоящее исследование проведено на материале 40-а здоровых детей (80 глаз) в возрасте 2-5 лет и 31-го глухонемого ребенка (62 глаза) в возрасте 2-11 лет. Для сравнительного анализа в диссертационной работе использовали как стандартные таблицы для проверки остроты зрения (Орловой и Головина), так и оригинальные таблицы JEI/JEI. В процессе сравнительного анализа различных методик визометрии изометрии применяли следующие критерии:

- время, необходимое для исследования;
- коэффициент т.н. ретестовой надежности, характеризующийся числом совпадений результатов визометрии при повторном исследовании;
- количество исследуемых, поддающихся тестированию;
- совпадение и различие данных различных методов;
- метод Блэнда-Альтмана (Bland-Altman analysis).

На основании полученных в настоящей работе данных преимущества оригинальной таблицы JEI/JEI при визометрии для детей дошкольного возраста могут представлены в виде следующих основных положений.

Повышенная узнаваемость оптоотипов. Оригинальная таблица для

визометрии включает различные знакомые детям этой возрастной группы оптоотипы, что облегчает процесс их восприятия и идентификации, что особенно важно для детей с ограниченными возможностями, испытывающих трудности с пониманием абстрактных символов. Согласно результатам проведенного исследования обеспечивает более точные и надежные результаты визометрии.

Интерактивность и игровой формат. Использование знакомых объектов (например, животных, предметов быта) повышает интерес детей к тесту и мотивирует их к более активному участию в процессе исследования. Оригинальная методика визометрии предполагает использование карточек с дублирующими оптоотипами в качестве интерактивной игры – это повышает концентрацию внимания и снижает уровень стресса. Игровой формат делает процесс измерения остроты зрения более комфортным и приятным для детей, что положительно влияет на достоверность результатов.

Привлекательный дизайн. В оригинальной таблице использованы цветные изображения, привлекательные для детей – это делает ее более привлекательной для детей по сравнению с традиционными черно-белыми таблицами. Яркие цвета стимулируют зрительное восприятие и повышают мотивацию детей к прохождению теста.

Доступность для детей с нарушениями слуха и речи. Оригинальная таблица не требует от детей вербальных ответов, что делает ее доступной для детей с нарушениями слуха и речи. Использование дублирующими карточки с соответствующими изображениями позволяет проводить тестирование независимо от уровня речевого развития и наличия языкового барьера между исследователем и ребенком (исключается необходимость участия переводчика). Таким образом, оригинальная таблица предназначена для использования в широком спектре клинических условий и среди различных возрастных групп, что делает ее универсальным инструментом для тестирования.

Повышение точности и достоверности результатов. Сочетание узнаваемых оптоотипов, интерактивного формата и привлекательного дизайна позволяет детям лучше концентрироваться на задаче и более точно отвечать на

стимулы. Это минимизирует влияние посторонних факторов и повышает точность результатов измерения остроты зрения.

На основании полученных результатов разработаны практические рекомендации по применению апробированной методики в клинической практике для определения остроты зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей.

ВЫВОДЫ

1. Впервые на репрезентативном клиническом материале – 40 здоровых детей (80 глаз) в возрасте 2-5 лет и 31 глухонемой ребенок (62 глаза) в возрасте 2-11 лет проведен сравнительный анализ результатов визометрии с помощью стандартных методов (таблицы Орловой и Головина) и оригинальной, защищенной патентом таблицы для визометрии на основе комплекса критериев оценки.
2. При разработке оригинальной таблицы JEI/JEI были учтены основные критерии и правила построения опто типов, согласно которым высота каждого опто типа должна быть равна ширине, а высота всех опто типов одной строки должна быть идентичной. Каждый опто тип был проверен в базе профессионального лицензирования программы Carel PHOTO – PAIN X8.
3. Оригинальная таблица для визометрии с расстояния 2,5 метра включают 10 рядов цветных опто типов с уменьшающимися (с 35 до 3,33 мм) размерами и указанием соответствующей остроты зрения. В качестве опто типов использованы 13 идентичных по высоте и ширине, легко узнаваемых детьми предметов, изображения которых на таблице для упрощения контакта с исследуемым дублированы на отдельных карточках.
4. Разработанный алгоритм сравнительной оценки эффективности оригинальной и известных методик (по таблицам Орловой и Головина) визометрии включал следующие критерии:
 - время, необходимое для исследования;
 - коэффициент т.н. ретестовой надежности, характеризующийся числом совпадений результатов визометрии при повторном исследовании;
 - количество исследуемых, поддающихся тестированию;
 - количественный анализ совпадения и различия данных различных методов (включая метод Блэнда-Альтмана).

analysis).

5. Сравнительная оценка результатов исследования у здоровых детей с помощью оригинальных таблиц JEI/JEI и таблиц Орловой свидетельствует об эффективности предлагаемой методики визометрии.
- а). сокращение времени первичного и повторного тестирования при использовании таблиц JEI/JEI по сравнению с исследованием по таблицам Орловой отмечено в 35 и 42,5% случаев, соответственно; при этом среднее уменьшение продолжительности исследования составило 0,375 и 0,445 мин, соответственно;
 - б). коэффициент ретестовой надежности, повышение которого отражает увеличение случаев совпадения («повторяемости») результатов визометрии, при первом и повторном исследовании, для оригинальных таблиц JEI/JEI составил 0,975, а для таблиц Орловой – 0,913;
 - в). при визометрии по таблице Орловой малодостоверные данные (ошибочная трактовка оптотипов, невозможность точного обозначения фигур) были получены в 7-и случаях (17,5%), а при использовании таблицы JEI/JEI – только в 3-х (7,5%);
 - г). результаты визометрии с помощью таблиц JEI/JEI и Орловой в целом сопоставимы – с умеренной тенденцией к увеличению показателя остроты зрения, полученного с помощью таблиц JEI/JEI: при первом и повторном исследовании совпадение показателей остроты зрения отмечено в 75 и 78,8% случаев, соответственно (коэффициент ранговой корреляции Спирмена был статистически значим и свидетельствовал о положительной корреляционной связи между результатами двух методов);
 - д). результаты сравнительного анализа Блэнда-Альтмана также подтверждают сопоставимость результатов: средняя разность между измерениями была близка к нулю как при первом, так и при повторном исследовании при 95% границ согласованности, что свидетельствует

о незначительном разбросе результатов.

6. При сравнительной оценке результатов визометрии у глухонемых детей по таблицам Головина и JEI/JEI выявлено, что применение таблиц JEI/JEI расширяет возможности и повышает эффективность визометрии у глухонемых детей.

- а). сокращение времени первичного и повторного тестирования при использовании таблиц JEI/JEI по сравнению с исследованием по таблицам Головина отмечено в 54,8 и 77,4% случаев, соответственно; при этом среднее уменьшение продолжительности исследования составило 0,94 и 1,13 мин, соответственно;
- б). коэффициент ретестовой надежности для оригинальных таблиц JEI/JEI составил 1,0, а для таблиц Головина – 0,89;
- в). при визометрии по таблице Головина малодостоверные данные (ошибочная трактовка оптотипов, невозможность точного обозначения фигур) были получены в 6-и случаях (19,4%), а при использовании таблицы JEI/JEI – только в 1-м (3,2%);
- г). совпадение результатов визометрии с помощью таблиц JEI/JEI и Головина в при первом и втором исследовании отмечено 27-и (43,5%) и 29-и (46,5%), соответственно; в остальных случаях показатели визометрии по таблице JEI/JEI были выше в диапазоне 0,1–0,4 (коэффициент ранговой корреляции Спирмена был статистически значим и свидетельствовал о положительной корреляционной связи между результатами двух методов);
- д). результаты сравнительного анализа Блэнда-Альтмана свидетельствуют о среднем уровне согласованности указанных методов визометрии.

7. Предложенная методика визометрии с помощью оригинальной таблицы, обеспечивает возможность полноценной оценки остроты зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей за счет уменьшения расстояния

исследования, упрощения восприятия детьми идентичных по высоте и ширине опто типов и наличия, дублирующих опто типы, отдельных карточек.

8. На основании полученных результатов разработаны практические рекомендации по применению апробированной методики в клинической практике для определения остроты зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Таблицы JEI/JEI могут быть использованы для оценки остроты зрения у детей дошкольного возраста и детей с нарушениями слуха и речи.
2. Расстояние от исследуемого до опто типов таблицы должно составлять 2,5 метра.
3. Карточки, дублирующие опто типы должны быть изготовлены из плотной бумаги или картона; размеры карточек должны быть такими, чтобы они были хорошо видны ребенку).
4. При показе того или иного знака, ребенок должен поднимать карточку с соответствующим изображением.
5. Разработанный алгоритм визометрии у детей дошкольного возраста и глухонемых детей с помощью таблицы JEI/JEI, позволяет повысить достоверность результатов и снижает длительность исследования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.**Форма информированного согласия родителя/законного представителя
ребенка**

Форма информированного согласия

Я _____

прочитал(-а) информацию о научном исследовании «Система оценки остроты зрения у детей дошкольного возраста и глухонемых детей» и я согласен(-а) на участие в нем моего ребенка.

Мне была предоставлена возможность задать любые вопросы об участии моего ребенка в исследовании и получить на них ответы, и у меня было достаточно времени, чтобы принять решение о добровольном участии в исследовании.

Я понимаю, что могу в любое время по моему желанию отказаться от дальнейшего участия моего ребенка в исследовании и если я это сделаю, то это не повлияет на последующее лечение моего ребенка и внимание врачей.

Я добровольно соглашаюсь, чтобы данные моего ребенка, полученные в ходе исследования, использовались в научных целях и были опубликованы с условием соблюдения правил конфиденциальности.

Я получил(-а) экземпляр «Информации для пациента с формой информированного согласия».

Ф.И.О. родителя/законного представителя

Подпись родителя/законного представителя

Дата и время

Ф.И.О. врача

Подпись врача

Дата и время

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов С.Э. Офтальмология. Национальное руководство. Краткое издание / С.Э. Аветисова, Е.А. Егорова, Л.К. Мошетовой, В.В. Нероева, Х.П. Тахчиди // – Москва: ООО Издательская Группа "ГЭОТАР-Медиа". – 2019. – 752 с.
2. Аветисов С.Э. Офтальмология: национальное руководство / С.Э. Аветисова, Е.А. Егорова, Л.К. Мошетовой, В.В. Нероева, Х.П. Тахчиди. // – Москва: ООО Издательская Группа "ГЭОТАР-Медиа". – 2008. – 944 с.
3. Аветисов, С.Э. Клиническое значение современных методов исследования / С.Э. Аветисов, Г.Б. Егорова, М.В. Кобзова, Т.С. Митичкина, А.Я. Рогова // Вестн.офтальмол. – 2013. – Т. 129. – № 5. – С. 22–31.
4. Алексеев, С.А. Технология эргономического обеспечения проектирования автоматизированного рабочего места интегрированной АСУ / С. А. Алексеев // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2009. – Т. 52. – № 9. – С. 6–10.
5. Алефиренко, В.М. Инженерная психология / В.М. Алефиренко, Ю.В. Шамгин // Учебно–методическое пособие. – Мн. – 2004. – 36 с.
6. Бодяковская, Е.А. Показатели остроты зрения у учащихся младшего, среднего и старшего звена школы за учебный год / Е.А. Бодяковская, И.М. Шиманская // Веснік мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта ІМ. І. П. Шамякіна. – 2019. – Т. 53. – № 1. – С. 3–8.
7. Вуйнович М. Всемирный день слуха 2019 в Российской Федерации – проверьте свой слух / М. Вуйнович — специальный представитель Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в России // <https://www.who.int/europe/news/item/14-03-2019-world-hearing-day-2019-in-the-russian-federation-check-your-hearing>. – 2019.
8. Головин, С.С. Демонстрация таблиц для исследования остроты зрения для близи, предложенных проф. Головиным С.С. и д-ром Сивцевым на 1-м

- Всероссийском съезде глазных врачей в Ленинграде 5-7 июня 1928 г./ С.С. Головин // Рус. офтальмол. журн. – 1928. – Т. VIII. – С. 99.
9. Головин, С.С. Клиническая офтальмология / С.С. Головин // – М. – 1923. – 960 с.
10. Головин, С.С. Русские изогностические таблицы для исследования остроты зрения / С.С. Головин // – М. – 1925. – 5 с.
11. Головин, С.С. Таблицы для остроты зрения / С.С. Головин, Д.А. Сивцев // – 3-е изд. – М. – 1927. – 5 с.
12. Головин, С.С. Шрифты для измерения зрения на близком расстоянии / С.С. Головин, Д.А. Сивцев // – М. – 1928. – 5 с.
13. Жильчук, Д.И. Исследование остроты зрения с помощью опто типов с различным профилем оптической плотности / Д.И. Жильчук, Д.А. Дудалян // Известия Российской Военно-медицинской академии. – 2020. – Т. 39. – № 1. – С. 199–203.
14. Иншакова, О.Б. Пространственно-временные представления: изучение и формирование у школьников с экспрессивной алалией / О.Б. Иншакова, А.М. Колесникова, М.В. Секачев // Учебно-методическое пособие. – М. – 2006. – 80 с.
15. Исенина, Е.И. Родителям о психическом развитии и поведении глухих детей. первых лет жизни / Е.И. Исенина // – М.: ОАО ИГ «Прогресс». – 1999. – 40 с.
16. Коленько, А. Б. Глазные болезни: учеб. для фельдшерских и акушерских отделений мед. училищ / А. Б. Коленько // – М.: Медицина. – 1969. – 184 с.
17. Крушельницкая, О.И. Вправо - влево, вверх - вниз: Развитие пространственного восприятия у детей 6-8 лет / О.И. Крушельницкая, А.Н. Третьякова // — М.: ТЦ Сфера. – 2004. – 81 с.
18. Кукуюк, Т. В. Объективная проверка остроты зрения у детей раннего возраста / Т.В. Кукуюк, Е.В. Громакина // Съезд офтальмологов России, 9-й: тез. докл. — М.: Офтальмология. – 2010. – С. 460.

19. Куценко, М.А. История и методы визометрии / М.А. Куценко // Вестник совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. – 2018. – Т. 2. – № 3. – С. 32–36.
20. Методические указания о единообразии при исследовании остроты зрения / М-во здравоохранения СССР, НИИ глазных болезней им. Гельмгольца. – М.: Б.и. – 1963. – 15 с.
21. Павлова Т.А. Альбом по развитию пространственного ориентирования у дошкольников и младших школьников / Т.А. Павлова // «Воспитание и обучение детей с нарушениями развития. Библиотека журнала»; Вып. 11. — М.: Школьная Пресса. – 2004. – 40 с.
22. Семаго, Н.Ю. Исследование особенностей развития когнитивной сферы детей дошкольного и младшего школьного возраста / Н.Ю. Семаго, М.М. Семаго // – М.: АРКТИ. – 1999. – С. 23–31.
23. Шиф, Ж.И. Усвоение языка и развитие мышления у глухих детей / Ж.И. Шиф // – М.: Просвещение. – 1968. – 261 с.
24. Adoh, T.O. The Cardiff Test: a new visual acuity test for toddlers and children with intellectual impairment. A preliminary report / T.O. Adoh, J.M. Woodhouse, K.A. Oduwaiye // *Optom Vis Sci.* – 1992. – Vol. 69, N. 6. – P. 427–432. doi: 10.1097/00006324-199206000-00003.
25. Alexander, J.C. Ocular abnormalities among congenitally deaf children / J.C. Alexander // *Can J Ophthalmol.* – 1973. – Vol. 8, N. 3. – P. 428–433.
26. Anstice, N.S. The measurement of visual acuity in children: an evidence-based update / N.S. Anstice, B. Thompson // *Clin Exp Optom.* – 2014. – Vol. 97, N. 1. – P. 3–11. doi: 10.1111/cxo.12086.
27. Armitage, I.M. Visual impairment in severe and profound sensorineural deafness / I.M. Armitage, J.P. Burke, J.T. Buffin // *Arch Dis Child.* – 1995. – Vol. 73, N. 1. – P. 53–56. doi: 10.1136/adc.73.1.53.
28. Becker, R. Examination of young children with Lea symbols / R. Becker, S. Hübsch, M.H. Gräf, H. Kaufmann // *Br J Ophthalmol.* – 2002. – Vol. 86, N. 5. – P. 513–516. doi: 10.1136/bjo.86.5.513.

29. Becker, R.H. Preliminary report: examination of young children with Lea symbols / R.H. Becker, S.H. Hübsch, M.H. Gräf, H. Kaufmann // *Strabismus*. – 2000. – Vol. 8, N. 3. – P. 209–213.
30. Bertuzzi, F. Sensitivity and specificity of a visual acuity screening protocol performed with the Lea Symbols 15-line folding distance chart in preschool children / F. Bertuzzi, J.G. Orsoni, M.R. Porta, G.P. Paliaga, S. Miglior // *Acta Ophthalmol Scand*. – 2006. – Vol. 84, N. 6. – P. 807–811.
doi: 10.1111/j.1600-0420.2006.00668.x.
31. Bist, J. Ocular morbidity in hearing impaired schoolchildren / J. Bist, P. Adhikari, A.K. Sharma // *Child Care Health Dev*. – 2011. – Vol. 37, N. 3. – P. 394–397.
32. Bland, J.M. Measuring agreement in method comparison studies / J.M. Bland, D.G. Altman // *Stat Methods Med Res*. – 1999. – Vol. 8, N. 2. – P. 135–160.
doi: 10.1177/096228029900800204.
33. Bland, J.M. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement / J.M. Bland, D.G. Altman // *Lancet*. – 1986. – Vol. 1, N. 8476. – P. 307–310.
34. Bottari, D. Enhanced reactivity to visual stimuli in deaf individuals / D. Bottari, E. Nava, P. Ley, F. Pavani // *Restor Neurol Neurosci*. – 2010. – Vol. 28, N. 2. – P. 167–179. doi: 10.3233/RNN-2010-0502.
35. Boyle, R. Vestibular nuclei activity and eye movements in the alert monkey during sinusoidal optokinetic stimulation / R. Boyle, U. Büttner, G. Markert // *Exp Brain Res*. – 1985. – Vol. 57, N. 2. – P. 362–369. doi: 10.1007/BF00236542.
36. Braly, K. A study of defective vision among deaf children / K. Braly // *Am Ann Deaf*. – 1938. – N. 83. – P. 192–193.
37. Brant, J.C. Testing of visual acuity in young children: an evaluation of some commonly used methods / J.C. Brant, M. Nowotny // *Dev Med Child Neurol*. – 1976. – Vol. 18, N. 5. – P. 568–576. doi: 10.1111/j.1469-8749.1976.tb04203.x.
38. Campos, E.C. Critical analysis of visual function evaluating techniques in newborn babies / E.C. Campos, C. Chiesi // *Int Ophthalmol*. – 1985. – Vol. 8, N. 1. – P. 25–31. doi: 10.1007/BF00136458.

39. Carkeet, A. Exact parametric confidence intervals for Bland-Altman limits of agreement / A. Carkeet // *Optom Vis Sci.* – 2015. – Vol. 92, N. 3. – P. 71–80. doi: 10.1097/OPX.0000000000000513.
40. Castiglia, P.T. Speech-language development / P.T. Castiglia // *J Pediatr Health Care.* – 1987. – Vol. 1, N. 3. – P. 165–167. doi: 10.1016/0891-5245(87)90032-0.
41. Catford, G.V. Development of visual acuity / G.V. Catford, A. Oliver // *Arch Dis Child.* – 1973. – Vol. 48, N. 1. – P. 47–50. doi: 10.1136/adc.48.1.47.
42. Cotter, S.A. Vision screening for children 36 to <72 months: recommended practices / S.A. Cotter, L.A. Cyert, J.M. Miller, G.E. Quinn; National Expert Panel to the National Center for Children's Vision and Eye Health // *Optom Vis Sci.* – 2015. – Vol. 92, N. 1. – P. 6–16. doi: 10.1097/OPX.0000000000000429.
43. Courage, M.L. Visual acuity in infants and children with Down syndrome / M.L. Courage, R.J. Adams, S. Reyno, P.G. Kwa // *Dev Med Child Neurol.* – 1994. – Vol. 36, N. 7. – P. 586–593. doi: 10.1111/j.1469-8749.1994.tb11895.x.
44. Creel, D.J. Visually evoked potentials / D.J. Creel // *Handb Clin Neurol.* – 2019. – Vol. 160. – P. 501–522. doi: 10.1016/B978-0-444-64032-1.00034-5.
45. Danilova, M.V. Foveal contour interactions and crowding effects at the resolution limit of the visual system / M.V. Danilova, V.M. Bondarko // *J Vis.* – 2007. – Vol. 7, N. 2. – P. 1–18. doi: 10.1167/7.2.25.
46. Dieterich, M. Horizontal or vertical optokinetic stimulation activates visual motion-sensitive, ocular motor and vestibular cortex areas with right hemispheric dominance. An fMRI study / M. Dieterich, S.F. Bucher, K.C. Seelos, T. Brandt // *Brain.* – 1998. – Vol. 121, N. 8. – P. 1479–1495. doi: 10.1093/brain/121.8.1479. doi: 10.1111/j.1365-2214.2010.01137.x.
47. Egan, D.F. Developmental assessment: 18 months to 4 1/2 years. The miniature toys test / D.F. Egan, E.R. Brown // *Child Care Health Dev.* – 1986. – Vol. 12, N. 3. – P. 167–181. doi: 10.1111/j.1365-2214.1986.tb00496.x.
48. Enoch, J.M. Helping the aphakic neonate to see/ J.M. Enoch, E.C. Campos // *Int Ophthalmol.* – 1985. – Vol. 8, N. 4. – P. 237–248. doi: 10.1007/BF00137652.

49. Eye, human. Encyclopædia Britannica. Encyclopædia Britannica 2006 Ultimate Reference Suite DVD. – 2008.
50. Fantz, R.L. Pattern Vision in Newborn Infants / R.L. Fantz // *Science*. – 1963. – Vol. 140, N. 3564. – P. 296–297. doi: 10.1126/science.140.3564.296.
51. Fariza, E. Testing visual acuity of children using vanishing optotypes / E. Fariza, J. Kronheim, A. Medina, O. Katsumi // *Jpn J Ophthalmol*. – 1990. – Vol. 34, N. 3. – P. 314–319.
52. Fisher, D. Development of Optokinetic Nystagmus in Infants: An Indicator of Cortical Binocularity?: Cognition and Visual Perception / D. Fisher, R. Monty, J. Senders, J. Atkinson, O. Braddick // *Eye movements: cognition and visual perception*. – 1981. – P. 53–64.
53. Frisén, L. Vanishing optotypes. New type of acuity test letters / L. Frisén // *Arch Ophthalmol*. – 1986. – Vol. 104, N. 8. – P. 1194–1198. doi: 10.1001/archopht.1986.01050200100060.
54. Gorman, J.J. An apparatus for grading the visual acuity of infants on the basis of opticokinetic nystagmus / J.J. Gorman, D.G. Cogan, S.S. Gellis // *Pediatrics*. – 1957. – Vol. 19, N. 6. – P. 1088–1092.
55. Gottesman, M. The deaf-blind in Israel: a national survey / M. Gottesman // *J Vis Impair Blind*. – 1984. – Vol. 78. – P. 162–163.
56. Gottlob, I. Ups and downs of optokinetic nystagmus / I. Gottlob // *Br J Ophthalmol*. – 2000. – Vol. 84, N. 5. – P. 445–446. doi: 10.1136/bjo.84.5.445.
57. Gräf, M. Sehschärfenbestimmung mit LH-Symbolen und Landoltringen [Determining visual acuity with LH symbols and Landolt rings] / M. Gräf, R. Becker // *Klin Monbl Augenheilkd*. – 1999. – Vol. 215, N. 2. – P. 86–90. doi: 10.1055/s-2008-1034677.
58. Gräf, M.H. Lea symbols: visual acuity assessment and detection of amblyopia / M.H. Gräf, R. Becker, H. Kaufmann // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. – 2000. – Vol. 238, N. 1. – P. 53–58. doi: 10.1007/s004170050009.
59. Guy, R. A clinical evaluation of ophthalmic assessment in children with sensorineural deafness / R. Guy, J. Nicholson, S.S. Pannu & R. Holden // *Child Care*

- Health Dev. – 2003. – Vol. 29, N. 5. – P. 377–384. doi: 10.1046/j.1365-2214.2003.00355.x.
60. Hanioglu-Kargi, S. Ophthalmologic abnormalities in children from a Turkish school for the deaf / S. Hanioglu-Kargi, M. Koksall, S. Tomac, S.H. Ugruba, A. Alpay // Turk J Pediatr. – 2003. – Vol. 45, N. 1. – P. 39–42.
61. Heinen, S.J. The function of the cerebellar uvula in monkey during optokinetic and pursuit eye movements: single-unit responses and lesion effects / S.J. Heinen, E.L. Keller // Exp Brain Res. – 1996. – Vol. 110, N. 1. – P. 1–14. doi: 10.1007/BF00241368.
62. Hered, R.W. Comparison of the HOTV and Lea Symbols charts for preschool vision screening / R.W. Hered, S. Murphy, M. Clancy // J Pediatr Ophthalmol Strabismus. – 1997. – Vol. 34, N. 1. – P. 24–28. doi: 10.3928/0191-3913-19970101-06.
63. Hollingsworth, R. Visual performance and ocular abnormalities in deaf children and young adults: a literature review / R. Hollingsworth, A.K. Ludlow, A. Wilkins, R. Calver, P.M. Allen // Acta Ophthalmol. – 2014. – Vol. 92, N. 4. – P. 305–310. doi: 10.1111/aos.12302.
64. Horn, D.L. Visual attention, behavioral inhibition and speech/language outcomes in deaf children with cochlear implants / D.L. Horn, R.A. Davisa, D.B. Pisoni, R.T. Miyamoto // Int Congr Ser. – 2004. – Vol. 1272. – P. 332–335. doi: 10.1016/j.ics.2004.07.048.
65. Iannaccone, A. Visual evoked potentials in children with neurofibromatosis type 1 / A. Iannaccone, R.A. McCluney, V.R. Brewer, P.H. Spiegel, J.S. Taylor, N.C. Kerr, E.K. Pivnick // Doc Ophthalmol. – 2002. – Vol. 105, N. 1. – P. 63–81. doi: 10.1023/a:1015719803719.
66. Ilg, U.J. Responses of neurons of the nucleus of the optic tract and the dorsal terminal nucleus of the accessory optic tract in the awake monkey / U.J. Ilg, K.P. Hoffmann // Eur J Neurosci. – 1996. – Vol. 8, N. 1. – P. 92–105. doi: 10.1111/j.1460-9568.1996.tb01170.x.

67. Jean, W. Language and Symbolic Play: Some Findings from a Study of Autistic Children / W. Jean, O. Anita // *The Irish Journal of Psychology*. – 1989. – Vol. 10, N. 2. – P. 317–332. doi: 10.1080/03033910.1989.10557750.
68. Johnson, C. Teller II and Cardiff Acuity testing in a school-age deafblind population / C. Johnson, B.S. Kran, L. Deng, D.L. Mayer // *Optom Vis Sci*. – 2009. – Vol. 86, N. 3. – P. 188–195. doi: 10.1097/OPX.0b013e318196bd35.
69. Keeler, R. Testing vision can be testing: Worth's ivory-ball test / R. Keeler, A.D. Singh, H.S. Dua // *British Journal of Ophthalmology*. – 2012. – Vol. 96, N. 5. – P. 633–633. doi: 10.1136/bjophthalmol-2012-301844.
70. Khandekar, R. Visual function and ocular status of children with hearing impairment in Oman: a case series / R. Khandekar, M-Al. Fahdi, B-Al. Jabri, S-Al. Harby, T. Abdulamgeed // *Indian J Ophthalmol*. – 2009. – Vol. 57, N. 3. – P. 228–229. doi: 10.4103/0301-4738.49400.
71. Khorrami-Nejad, M. Visual Field Abnormalities among Adolescent Boys with Hearing Impairments / M. Khorrami-Nejad, J. Heravian, M.R. Sedaghat, H. Momeni-Moghadam, D. Sobhani-Rad, F. Askarizadeh // *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*. – 2016. – Vol. 5, N. 2. – P. 63–70.
72. Lai, Y.H. A reassessment and comparison of the Landolt C and tumbling E charts in managing amblyopia / Y.H. Lai, H.J. Wu, S.J. Chang // *Sci Rep*. – 2021. – Vol. 11, N. 1. – P. 1–7. doi: 10.1038/s41598-021-97875-3.
73. Lake, W.H. Central and peripheral visual processing in hearing and nonhearing individuals / W.H. Lake, S. Song // *Bulletin of the Psychonomic Society*. – 1991. – Vol. 29, N. 5. – P. 437–440.
74. Leigh, R.J. The vestibular-optokinetic system. in *The neurology of eye movements* / R.J. Leigh, D.S. Zee // – Oxford University Press, New York, Oxford, 3rd ed. – 1999. – P. 19–89.
75. Long, G.M. Dynamic visual acuity and contrast sensitivity for static and flickered gratings in a college sample / G.M. Long, P.A. May // *Optom Vis Sci*. – 1992. – Vol. 69, N. 12. – P. 915–922. doi: 10.1097/00006324-199212000-00001.

76. Lueder, G.T. Comparison of visual acuity measured with Allen figures and Snellen letters using the B-VAT II monitor / G.T. Lueder, D. Garibaldi // *Ophthalmology*. – 1997. – Vol. 104, N. 11. – P. 1758–1761.
doi: 10.1016/s0161-6420(97)30030-x.
77. Lyytinen, P. Cross-situational variation on children's pretend play / P. Lyytinen // *Early Child Development and Care*. – 1995. – Vol. 105, N. 1. – P. 33–41.
doi: 10.1080/0300443951050105.
78. Lyytinen, P. Developmental trends in children's pretend play / P. Lyytinen // *Child Care Health Dev.* – 1991. – Vol. 17, N. 1. – P. 9–25.
doi: 10.1111/j.1365-2214.1991.tb00675.x.
79. Ma, Q.Y. Ocular survey of deaf-mute children / Q.Y. Ma, L.H. Zeng, Y.Z. Chen, Z.Y. Li, X.M. Guo, Z.Y. Dai, W. Su, W.S. Mao // *Yan Ke Xue Bao*. – 1989. – Vol. 5, N. 1-2. – P. 44–46.
80. Mafong, D.D. Ocular findings in children with congenital sensorineural hearing loss / D.D. Mafong, S.D. Pletcher, C. Hoyt, A.K. Lalwani // *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* – 2002. – Vol. 128, N. 11. – P. 1303–1306.
doi: 10.1001/archotol.128.11.1303.
81. Mayer, D.L. Modified Allen pictures to assess amblyopia in young children / D.L. Mayer, R.D. Gross // *Ophthalmology*. – 1990. – Vol. 97, N. 6. – P. 827–832.
doi: 10.1016/s0161-6420(90)32504-6.
82. Mayer, D.L. Monocular acuity norms for the Teller Acuity Cards between ages one month and four years / D.L. Mayer, A.S. Beiser, A.F. Warner, E.M. Pratt, K.N. Raye, J.M. Lang // *Invest Ophthalmol Vis Sci*. – 1995. – Vol. 36, N. 3. – P. 671–685.
83. Mayer, D.L. Visual acuity development in infants and young children, as assessed by operant preferential looking / D.L. Mayer, V. Dobson // *Vision Res.* – 1982. – Vol. 22, N. 9. – P. 1141–1151. doi: 10.1016/0042-6989(82)90079-7.
84. McDonald, M. Monocular acuity in normal infants: the acuity card procedure / M. McDonald, S.L. Sebris, G. Mohn, D.Y. Teller, V. Dobson // *Am J Optom Physiol Opt.* – 1986. – Vol. 63, N. 2. – P. 127–134.

- doi: 10.1097/00006324-198602000-00008.
85. McGraw, P. Reliability of the Snellen chart / P. McGraw, B. Winn, D. Whitaker // *BMJ*. – 1995. – Vol. 310, N. 6993. – P. 1481–1482.
doi: 10.1136/bmj.310.6993.1481.
86. McKean-Cowdin, R. Severity of visual field loss and health-related quality of life / R. McKean-Cowdin, R. Varma, J. Wu, R.D. Hays, S.P. Azen; Los Angeles Latino Eye Study Group // *Am J Ophthalmol*. – 2007. – Vol. 143, N. 6. – P. 1013–1023. doi: 10.1016/j.ajo.2007.02.022.
87. Merabet, L.B. Neural reorganization following sensory loss: the opportunity of change / L.B. Merabet, A. Pascual-Leone // *Nat Rev Neurosci*. – 2010. – Vol. 11, N. 1. – P. 44–52. doi: 10.1038/nrn2758.
88. Mustari, M.J. Discharge patterns of neurons in the pretectal nucleus of the optic tract (NOT) in the behaving primate / M.J. Mustari, A.F. Fuchs // *J Neurophysiol*. – 1990. – Vol. 64, N. 1. – P. 77–90. doi: 10.1152/jn.1990.64.1.77.
89. Naegele, J.R. The postnatal development of monocular optokinetic nystagmus in infants / J.R. Naegele, R. Held // *Vision Res*. – 1982. – Vol. 22, N. 3. – P. 341–346. doi: 10.1016/0042-6989(82)90149-3.
90. Nelson, H.D. Universal newborn hearing screening: systematic review to update the 2001 US Preventive Services Task Force Recommendation / H.D. Nelson, C. Bougatsos, P. Nygren; 2001 US Preventive Services Task Force // *Pediatrics*. – 2008. – Vol. 122, N. 1. – P. 266–276. doi: 10.1542/peds.2007-1422.
91. Nessim, A.A. Correlation of mild pre-school developmental delay and subsequent learning abilities: a health and education perspective / A.A. Nessim // *Public Health*. – 1994. – Vol. 108, N. 3. – P. 195–201.
doi: 10.1016/s0033-3506(94)80117-7.
92. Nikolopoulos, T.P. Evidence-based overview of ophthalmic disorders in deaf children: a literature update / T.P. Nikolopoulos, D. Lioumi, S. Stamataki, G.M O'Donoghue // *Otol Neurotol*. – 2006. – Vol. 27, N. 2. – P. 1–20.
doi: 10.1097/01.mao.0000185150.69704.18.

93. Omar, R. Comparison of Lea Symbols chart and Sheridan Gardiner chart in assessing vision screening among pre-school children: a Malaysia perspective / R. Omar, D.A. Hussin, V.F. Knight // *J Med Assoc Thai.* – 2012. – Vol. 95, N. 3. – P. 412–417.
94. Onakpoya, O.H. Screening for ophthalmic disorders and visual impairment in a Nigerian school for the deaf / O.H. Onakpoya, O.J. Omotoye // *Eur J Ophthalmol.* – 2010. – Vol. 20, N. 3. – P. 596–600. doi: 10.1177/112067211002000310.
95. Paul, C.M. Comparison of the efficacy of Lea Symbol chart and Sheridan Gardiner chart for preschool vision screening / C.M. Paul, S. Sathyan // *Indian J Ophthalmol.* – 2018. – Vol. 66, N. 7. – P. 924–928. doi: 10.4103/ijo.IJO_1078_17.
96. Qiu, M. Association between visual field defects and quality of life in the United States / M. Qiu, S.Y. Wang, K. Singh, S.C. Lin // *Ophthalmology.* – 2014. – Vol. 121, N. 3. – P. 733–740. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.09.043.
97. Reich, L.N. The effects of optical defocus on the legibility of the Tumbling-E and Landolt-C / L.N. Reich, M. Ekabutr // *Optom Vis Sci.* – 2002. – Vol. 79, N. 6. – P. 389–393. doi: 10.1097/00006324-200206000-00013.
98. Repka, M.X. Use of Lea symbols in young children / M.X. Repka // *Br J Ophthalmol.* – 2002. – Vol. 86, N. 5. – P. 489–490. doi: 10.1136/bjo.86.5.489.
99. Reynolds, H.N. Effects of foveal stimulation on peripheral visual processing and laterality in deaf and hearing subjects / H.N. Reynolds // *Am J Psychol.* – 1993. – Vol. 106, N. 4. – P. 523–540.
100. Ries, P.W. Prevalence and characteristics of persons with hearing trouble: United States, 1990-91 / P.W. Ries // *Vital Health Stat 10.* – 1994. – Vol. 188. – P. 1–75.
101. Rohrschneider K. Vergleich der Sehschärfenbestimmung mit Landolt-Ringen versus Zahlen [Comparison of visual acuity measurement with Landolt rings versus numbers] / K. Rohrschneider, A.R. Spittler, M. Bach // *Ophthalmologe.* – 2019. – Vol. 116, N. 11. – P. 1058–1063. doi: 10.1007/s00347-019-0879-1.

102. Rothpletz, A.M. Responses to targets in the visual periphery in deaf and normal-hearing adults / A.M. Rothpletz, D.H. Ashmead, A.M. Thorpe // *J Speech Lang Hear Res.* – 2003. – Vol. 46, N. 6. – P. 1378–1386.
doi: 10.1044/1092-4388(2003/107).
103. Saunders, K. Testing visual acuity of young children: an evidence-based guide for optometrists / K. Saunders // *Optom Pract.* – 2010. – Vol. 11, N. 4. – P. 161–168.
104. Schor, C.M. Disturbances of small-field horizontal and vertical optokinetic nystagmus in amblyopia / C.M. Schor, D.M. Levi // *Invest Ophthalmol Vis Sci.* – 1980. – Vol. 19, N. 6. – P. 668–683.
105. Schrauf, M. The visual resolution of Landolt-C optotypes in human subjects depends on their orientation: the 'gap-down' effect / M. Schrauf, C. Stern // *Neurosci Lett.* – 2001. – Vol. 299, N. 3. – P. 185–188.
doi: 10.1016/s0304-3940(01)01505-1.
106. Scott, G.D. Enhanced peripheral visual processing in congenitally deaf humans is supported by multiple brain regions, including primary auditory cortex / G.D. Scott, C.M. Karns, M.W. Dow, C. Stevens, H.J. Neville // *Front Hum Neurosci.* – 2014. – Vol. 8, N. 177. – P. 1–9. doi: 10.3389/fnhum.2014.00177.
107. SENSE-NDCS. Vision care for deaf children and young people. In *Guidelines for Professionals Working with All Deaf Children*. London: SENSE-NDCS Publications. – 2004.
108. Stockwell, E. Visual defects in the deaf child / E. Stockwell // *AMA Arch Ophthalmol.* – 1952. – Vol. 48, N. 4. – P. 428–433.
doi: 10.1001/archopht.1952.00920010437005.
109. Teller, D.Y. Assessment of visual acuity in infants and children: the acuity card procedure / D.Y. Teller, M.A. McDonald, K. Preston, S.L. Sebris, V. Dobson // *Dev Med Child Neurol.* – 1986. – Vol. 28, N. 6. – P. 779–789.
doi: 10.1111/j.1469-8749.1986.tb03932.x.

110. Teller, D.Y. Visual acuity for vertical and diagonal gratings in human infants / D.Y. Teller, R. Morse, R. Borton, D. Regal // *Vision Res.* – 1974. – Vol. 14, N. 12. – P. 1433–1439. doi: 10.1016/0042-6989(74)90018-2.
111. Thompson, D.C. Universal newborn hearing screening: summary of evidence / D.C. Thompson, H. McPhillips, R.L. Davis, T.L. Lieu, C.J. Homer, M. Helfand // *JAMA.* – 2001. – Vol. 286, N. 16. – P. 2000–2010. doi: 10.1001/jama.286.16.2000.
112. Van den Brom, H.J. Measurement of visual acuity with two different charts; a comparison of results and repeatability in patients with cataract / H.J. van den Brom, A.C. Kooijman, L.J. Blanksma, G. van Rij // *Doc Ophthalmol.* – 1995. – Vol. 90, N. 1. – P. 61–66. doi: 10.1007/BF01203295.
113. Van Hof-van Duin, J. Optokinetic and spontaneous nystagmus in children with neurological disorders / J. Van Hof-van Duin, G. Mohn // *Behav Brain Res.* – 1983. – Vol. 10, N. 1. – P. 163–175. doi: 10.1016/0166-4328(83)90162-6.
114. Vivekanand, U. Is LEA symbol better compared to Snellen chart for visual acuity assessment in preschool children? / U. Vivekanand, S. Gonsalves, S.S. Bhat // *Rom J Ophthalmol.* – 2019. – Vol. 63, N. 1. – P. 35–37. doi: 10.22336/rjo.2019.7.
115. Wager, H. Visual defects in children with hearing impairment / H. Wager, K. Whale // *Br Orthop J.* – 1988. – Vol. 1. – P. 45–46.
116. Welinder, L.G. Visual abilities of students with severe developmental delay in special needs education - a vision screening project in Northern Jutland, Denmark / L.G. Welinder, K.L. Baggesen // *Acta Ophthalmol.* – 2012. – Vol. 90, N. 8. – P. 721–726. doi: 10.1111/j.1755-3768.2011.02239.x.
117. Woodhouse, J.M. New acuity test for toddlers / J.M. Woodhouse, T.O. Adoh, K.A. Oduwaiye, B.G. Batchelor, S. Megji, N. Unwin, N. Jones // *Ophthalmic Physiol Opt.* – 1992. – Vol. 12, N. 2. – P. 249–251. doi: 10.1111/j.1475-1313.1992.tb00300.x.