

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРНЬЕРНОЙ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННОЙ ВИЗОМЕТРИЕЙ

Аль-Хеби Маждулин*, Сипливый В.И.

Первый Московский государственный медицинский университет
им. И. М. Сеченова

DOI: 10.25881/20728255_2025_20_4_S1_66

Резюме. В рамках текущей статьи представлен сравнительный анализ различных методов оценки остроты зрения, в частности, традиционных табличных и современных верньерных тестов. Основное внимание уделено сравнению полученных результатов и их практической значимости для диагностики вероятных патологий. Установлено, что верньерные методы, несмотря на двукратное увеличение временных затрат, обладают повышенной чувствительностью к макулярным изменениям. Обоснована необходимость комбинированного использования этих методов.

Ключевые слова: верньерная острота зрения, сравнительный анализ, клиническая визометрия, традиционные методы визометрии.

Введение

В современной офтальмологической практике возрастает потребность в высокочувствительных и быстрых методах ранней диагностики функциональных изменений остроты зрения (далее по тексту ОЗ), особенно актуальных при нейродегенеративных заболеваниях сетчатки, в частности, на ранних стадиях развития глаукомы. Несмотря на высокую востребованность среди специалистов традиционных методов визометрии, в частности таблиц Головина-Сивцева (далее по тексту ТГС), существуют вполне конкретные ограничения чувствительности этой группы методов. Отсюда вытекает острая необходимость поиска новых диагностических подходов. В этом контексте верньерная острота зрения (далее по тексту ВОЗ), способная регистрировать минимальные смещения стимулов, позволяет рассматривать этот метод как многообещающий инструмент раннего выявления патологий [1; 4; 10]. Вместе с тем, высокая трудоёмкость методов ВОЗ, ограничивает их применение в рамках повседневной клинической практики [5; 7].

Целью исследования стало сравнение диагностической эффективности верньерной визометрии, включая воспроизводимость получаемых результатов, с традиционным методом ТГС.

В отличие от проанализированных работ других исследователей [4; 7; 8], мы сфокусировались на адаптивной применимости существующих методов ВОЗ к условиям повседневной клинической практики, с акцентом на временные затраты.

Обзор литературы

Под терминологическим понятием «верньерная острота зрения» подразумевается способность различать

EVALUATION OF VERNIER ACUITY ASSESSMENT METHODS COMPARED TO CONVENTIONAL VISUAL ACUITY TESTING

Al'-Hebi Mazhdulin*, Siplivij V.I.

First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov

Abstract. This study presents a comparative analysis of various visual acuity assessment methods, specifically traditional chart-based tests and contemporary vernier acuity tests. The primary focus is on comparing the obtained results and their practical implications for the diagnosis of potential pathologies. It was determined that vernier acuity methods, despite requiring double the testing time, exhibit increased sensitivity to macular changes. The rationale for the combined utilization of these methods is substantiated.

Keywords: vernier acuity, comparative analysis, clinical visual acuity testing, conventional visual acuity methods

минимальные пространственные смещения стимулов, вплоть до 5 угловых секунд [4; 6]. Подобный показатель заметно превышает разрешающую способность, определяемую традиционной визометрией, что обусловлено не только плотностью фоторецепторов сетчатки, но и сложными процессами корковой обработки зрительной информации [4,10]. Высокая чувствительность ВОЗ к изменениям в макулярной области, отмеченная исследовании Ху и его соавторов [4], делает её перспективным инструментом для ранней диагностики таких заболеваний, как глаукома, диабетическая ретинопатия и некоторых других патологий.

Для оценки ВОЗ существуют бумажные и компьютерные тесты. Возникшие гораздо раньше компьютеров бумажные тесты, построенные по методикам, описанным в тематических исследованиях [7; 9], отличаются простотой использования, но при этом требуют тщательного контроля расстояния и освещённости. В тоже время, созданные гораздо позднее компьютерные тесты, разработанные, к примеру, на базе исследования Саттунама [8], обеспечивают недостижимую для бумажных тестов точность калибровки стимулов, с поддержанием шага от 0.1" и более, а также полную автоматизацию процесса, в добавок к этому, они позволяют проводить полноценную стандартизацию за счёт высокого уровня повторяемости.

Основной проблемой остаётся отсутствие общепринятых стандартизированных протоколов для проведения тестов и интерпретации результатов полученных с использованием методов ВОЗ. Это проявляется, в частности, в вариативности рекомендаций по яркости стимулов, так в работе Леви и Во [10] использовалась яркость

* e-mail: majdulin1991@gmail.com

рабочей поверхности в 100 кд/м^2 , тогда как у Сатгунама [8] предлагается устанавливать этот показатель на уровне 150 кд/м^2 , для большей точности.

Несмотря на то, что традиционные ТГС остаются своеобразным фундаментом процедуры массового скрининга, благодаря своей простоте и скорости [2; 3], их разрешающая способность, колеблющаяся в диапазоне от 0.1 до 0.3 дес. ед., значительно уступает показателям ВОЗ, находящимся в интервале от 0.01 до 0.05 дес. ед. [6]. Однако, следует учитывать, что методика проверки ВОЗ требует в несколько раз больше времени на проведение теста, что отмечают в своих работах Аль Хеби и Баранова [1; 2]. Подобное обстоятельство накладывает очевидные ограничения на применение этих тестов в повседневной клинической практике и требует их адаптации.

Потенциал методов ВОЗ, как диагностического инструмента, совершенно понятен, но ряд вопросов остаётся открытым. В частности, отсутствуют чёткие возрастные или гендерные нормативы, так как большинство исследований проводятся на добровольцах из числа молодых пациентов [4; 7]. Кроме того, необходимы адаптации существующих методик для педиатрической практики и для пациентов с тяжёлыми патологиями [5].

Материалы и методы

В качестве базы проведения нашего исследования выступили НИИ глазных болезней им. М.М. Краснова и кафедра глазных болезней Первого МГМУ им. И.М. Сеченова. В исследовании принимали участие исключительно добровольцы, при этом окончательная группа респондентов была сформирована из 113 студентов, среди которых 40 мужчин и 73 женщины, в возрасте от 18 до 25 лет. Ключевыми факторами первоначального скрининга потенциальных участников выступили требования об отсутствии перенесённых операций на глазах и тяжёлых патологий офтальмологической природы, в том числе рефракционных аномалий превышающих показатель 6 диоптрий. Все прошедшие отбор участники подписывали информированное согласие, а полученные данные поступали на обработку в обезличенном виде.

Традиционная визометрия проводилась с использованием ТГС с расстояния 5 м. Регистрировались значения некорригированной ОЗ (далее по тексту Nk), и корригированной ОЗ (далее по тексту Corr).

В качестве сравнительного метода был выбран компьютерный метод как наиболее передовой и стандартизированный и среди рассмотренных нами [8], при этом для получения комплексной оценки ВОЗ мы использовали:

- проведение двукратных измерений (далее по тексту MVern1 и MVern2), которые осуществлялись с интервалом 10–15 мин., для проверки воспроизводимости;
- поддерживались стандартные параметры проведения тестов, с шагом $0.2''$ и яркостью 150 кд/м^2 [8], а также освещённостью на уровне 500 лк.

Во время проведения обоих верньерных тестов голова испытуемых фиксировалась с помощью подбородоч-

ной опоры, а время выполнения теста регистрировалось электронным секундомером.

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программных пакетов SPSS версии 26.0 и R версии 4.2.1. Были рассчитаны описательные статистики (среднее значение $\pm$ стандартное отклонение), проведён корреляционный анализ Пирсона для оценки взаимосвязи между различными методами измерения остроты зрения и применён метод Бланда-Альмана для анализа согласованности результатов. Уровень статистической значимости был установлен на уровне $p < 0.05$.

Результаты

После обобщения и обработки собранных данных стали очевидны различия в показателях ТГС и ВОЗ, как по позициям полученных значений ОЗ, так и по позициям затрат времени, что нашло своё отражение в таблице 1.

Из таблицы 1 становится понятным, что несмотря на гораздо более высокие средние показатели, тестирование для определения ВОЗ требует заметно больше времени. Подобная ситуация объясняется не только необходимостью настройки задействованного оборудования, но и чуть более сложной процедурой адаптации участников к самому процессу тестирования.

В качестве инструмента поиска взаимосвязи, между отдельными методами, использовался линейный коэффициент корреляции Пирсона. Для визуализации существующих связей полученных значений была построена матрица рассеивания и корреляции, отражённая рисунком 1.

Табл. 1. Сравнительные показатели ОЗ для разных методов

Метод тестирования	Параметр	Среднее значение $\pm$ SD (дес. ед.)	Диапазон значений (дес. ед.)	Длительность теста (сек) $\pm$ SD
ТГС	Nk	$1,09 \pm 0,76$	0,1–2,5	135 ± 45
	Corr	$1,79 \pm 0,30$	0,8–2,0	150 ± 50
ВОЗ	MVern1	$3,93 \pm 0,58$	2,5–5,0	350 ± 50
	MVern2	$3,85 \pm 0,62$	2,3–5,2	330 ± 40

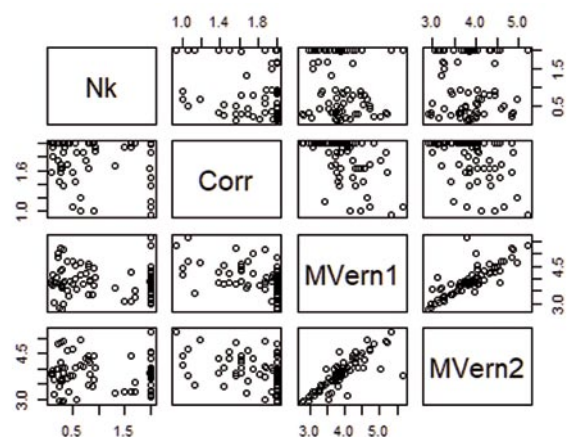


Рис. 1. Матрица рассеивания и корреляции.

Последующая обработка полученных матричных показателей позволяет говорить о том, что Corr и обе разновидности ВОЗ, MVer1 и MVer2, демонстрируют умеренную отрицательную корреляцию, при значениях $r = -0,52$ и $p < 0,001$. В тоже время показатели $r = -0,11$ и $p = 0,105$, характерные для взаимосвязи между Nk и верньерными методами позволяют говорить о полном отсутствии статистически значимой связи между ними.

Вместе с тем, вполне ожидаемую тесную связь демонстрирует пара MVer1 и MVer2, для которой характерна сильная положительная корреляция, выражаемая показателями $r = 0,82$ и $p < 0,001$, что в целом подтверждает стабильность получаемых результатов при помощи этого метода.

Несмотря на то, что корреляционный анализ позволяет оценить силу и направление линейной связи между двумя переменными, он не отражает информацию о наличии согласия между методами. Получается, что высокие показатели корреляции могут наблюдаться даже при наличии существенных систематических расхождений между измерениями.

Именно по этой причине есть смысл обратиться к анализу Бланда-Альтмана, который позволяет выявить не только наличие, но и величину систематической ошибки между рассматриваемыми методами. На рисунках 2а и 2б представлены результаты такого анализа, что даёт возможность непосредственного сравнения согласованности показателей рассматриваемых методов.

Как можно увидеть на диаграмме рисунка 2а, MVer1 в среднем даёт более высокие значения ОЗ, в частности 3,93 против 1,79, а также характеризуется меньшим разбросом значений, $SD = 0,58$ против 0,30, что может указывать на его большую стабильность. В свою очередь, рисунок 2б, наглядно демонстрирует, что несмотря на высокую корреляцию между полученными результатами, где $r = 0,82$, MVer1 несколько завышает значения ОЗ, по сравнению с MVer2, о чём свидетельствует среднее смещение = 0,054.

Обсуждение

В процессе описываемого исследования выявились существенные различия между традиционной и верньерной визометрией. В частности, показатель отрицательной корреляции $r = -0,52$, между Corr и MVer1, указывает на то, что эти методы оценивают разные аспекты зрения. Можно с большой долей вероятности предположить, что традиционная визометрия измеряет общую разрешающую способность, в то время как верньерные тесты, скорее всего, отражают специфику пространственного разрешения в макуле. Подтверждением подобного взгляда служит получение более высоких значений ВОЗ, что в свою очередь согласуется с концепцией гиперчувствительности верньерного зрения [4; 10].

Взаимное сравнение MVer1 и MVer2, показало их высокую согласованность, при этом выявленные различия в длительности проведения тестов можно объяснить

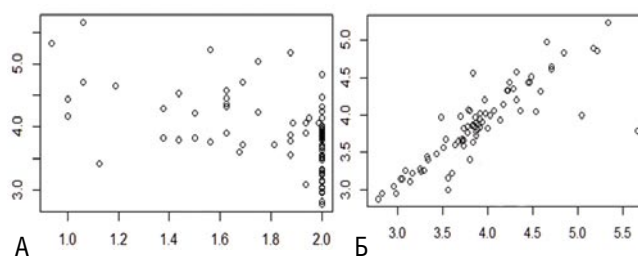


Рис. 2. Согласованность результатов проведённых измерений. А – сравнение Corr (ось X) и MVer1 (ось Y). Б – сравнение MVer1 (ось X) и MVer2 (ось Y).

эффектом обучения, при котором в процессе повторного тестирования испытуемые уже лучше понимали, что необходимо делать, и какая должна быть последовательность действий.

С учётом выявленных временных затрат, предлагается следующий алгоритм адаптации будущих тестовых обследований — при первичном обращении осуществлять скрининг с использованием ТГС, в тех случаях когда у специалиста возникает подозрение по поводу вероятного развития глаукомы или иных дегенеративных процессов, а также в случае наличия особых требований, например при профотборе, проводить тесты основанные на компьютерных верньерных методах, поскольку в этих случаях особенно важна высокая чувствительность ВОЗ к макулярным изменениям [4; 6].

В качестве очевидных ограничений текущего исследования следует обозначить однородность выборки, так как к исследованию привлекались молодые и здоровые студенты, помимо этого, осуществлялся целенаправленный отсев кандидатов со сложными патологиями органов зрения. Кроме того, не оценивалось влияние промежуточного интервала между тестовыми измерениями на полученные результаты.

В свете всего вышеизложенного, становится совершенно очевидным, что именно комбинированное использование ТГС и ВОЗ позволяет получить более детализированную картину при оценивании зрительных функций.

Заключение

Проведённое исследование позволило получить ряд значимых результатов, проливающих свет на взаимосвязь между ВОЗ и традиционной визометрией по ТГС. Выявленная умеренная отрицательная корреляция между результатами ВОЗ и ТГС указывает на то, что эти методы, оценивая разные аспекты зрительной функции, в частности разрешающую способность и способность к дискриминации минимальных смещений – эффективно дополняют друг друга, предоставляя более полную картину состояния зрительной системы отдельно взятого человека.

Открытые обстоятельства позволяют говорить о целесообразности комбинированного использования этих методов в рамках их адаптации для клинических

исследований. Так, ТГС, благодаря своей простоте и скорости проведения, может и далее служить надёжным инструментом массового скрининга, в то время как более точные и чувствительные методы тестирования ВОЗ логичнее применять в случаях, требующих углублённой диагностики, например, при подозрении на ранние стадии макулярных патологий. Такой дифференцированный подход позволит оптимизировать диагностический процесс, сочетая эффективность скрининга с высокой точностью выявления специфических нарушений зрительной функции.

Следует особо отметить, что применение методов ВОЗ сопряжено с практически двукратным увеличением временных затрат по сравнению с традиционной визометрией. Этот фактор необходимо учитывать при планировании исследований и внедрении ВОЗ в повседневную клиническую практику. Представляется вполне обоснованным прогноз, что для повышения эффективности и доступности этого метода, важнейшим направлением дальнейших исследований является валидация существующих методик с учётом текущих клинических условий. Кроме того, перспективным направлением представляется разработка более быстрых и удобных компьютерных тестов ВОЗ, способных сократить временные затраты без ущерба для точности измерений.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Аль Хеби, М. Верньерная острота зрения в клинической практике / М. Аль Хеби // Российский общенациональный офтальмологический форум. – 2024. – Т. 2. – С. 565-567. – EDN BOYKRQ. Al Khebi, M. Vernier visual acuity in clinical practice
2. Баранова, К. М. Анализ наиболее часто применяемых в клинической практике визометрических таблиц / К. М. Баранова, С. Н. Николаев // Современные технологии в офтальмологии. – 2023. – № 3(49). – С. 286-294. – DOI 10.25276/2312-4911-2023-3-286-294. – EDN PQQTQQ. Baranova, K. M. Analysis of the most commonly used visometric tables in clinical practice
3. Грачева, М. А. Таблицы для определения остроты зрения в Российской империи, СССР и современной России / М. А. Грачева, А. А. Казакова // Вестник офтальмологии. – 2023. – Т. 139, № 3. – С. 126-139. – DOI 10.17116/oftalma2023139031126. – EDN MMROGF. Gracheva, M. A. Tables for Determining Visual Acuity in the Russian Empire, the USSR, and Modern Russia
4. Hu M. L., Ayton L. N., Jolly J. K. The clinical use of vernier acuity: resolution of the visual cortex is more than meets the eye //Frontiers in Neuroscience. – 2021. – Т. 15. – С. 714843.
5. Mohammed A. R. Advancing Hyperacuity for Vision Screening. – 2023.
6. Riaz K. M. Visual Acuity Testing and Assessment //Optics for the New Millennium: An Absolute Review Textbook. – Cham: Springer International Publishing, 2022. – С. 277-295.
7. Rideout R. A comparison of behavioural procedures for measuring Vernier acuity and grating acuity: дис. – Memorial University of Newfoundland, 2023.
8. Satgunam P. N. et al. Validation of visual acuity applications for teleophthalmology during COVID-19 //Indian Journal of Ophthalmology. – 2021. – Т. 69. – №. 2. – С. 385-390.
9. Vogelsang L. et al. The Status of Vernier Acuity Following Late Sight Onset //Developmental Science. – 2025. – Т. 28. – №. 2. – С. e13616.
10. Waugh S. J., Levi D. M. Visibility, luminance and vernier acuity //Vision Research. – 1993. – Т. 33. – №. 4. – С. 527-538.