

УДК 617.751-072.7

Эволюция методов исследования остроты зрения

Д.А.-Г. Алиев, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой¹;

М.М. Нурудинов, врач-офтальмолог отделения новых технологий и витреоретинальной хирургии²;

М.А.-Г. Алиева, кандидат медицинских наук, заведующая отделением оптометрии и функциональной диагностики².

¹ГБОУ ВПО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, кафедра глазных болезней и усовершенствования врачей, Российская Федерация, Республика Дагестан, 367000, Махачкала, пл. Ленина, д. 1;

²ГБУ НКО «Дагестанский центр микрохирургии глаза», Российская Федерация, Республика Дагестан, 368300, Каспийск, ул. Набережная, д. 12.

Конфликт интересов отсутствует.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Для цитирования: Алиев Д.А.-Г., Нурудинов М.М., Алиева М.А.-Г. Эволюция методов исследования остроты зрения. The EYE ГЛАЗ. 2019;4:7-14. DOI: 10.33791/2222-4408-2019-4-7-14

В данном обзоре представлен исторический анализ развития методов исследования остроты зрения, подробно рассмотрены принципы построения опто типов и таблиц для визометрических исследований, описаны преимущества и недостатки современных таблиц для визометрии. Такое внимание к данной теме обосновано тем, что острота зрения является основным параметром, характеризующим состояние зрительного анализатора. Поэтому исследование остроты зрения

остается одним из важнейших методов оценки зрительных функций. Общепринятые системы исследования остроты зрения, несмотря на всю простоту их эксплуатации, имеют недостаточно высокую чувствительность, а используемые опто типы не позволяют в должной мере оценить функциональное состояние зрительного анализатора.

Ключевые слова: острота зрения, опто тип, таблица для визометрии.

The evolution of visual acuity test methods

D.A.-G. Aliev, Med.Sc.D., Professor, Head of the Department¹;

M.M. Nurudinov, Ophthalmologist of the New Technologies and Vitreoretinal Surgery Department²;

M.A.-G. Alieva, Ph.D., Head of the Optometry and Functional Diagnostic of the Eye Department².

¹SBEI HPE «Dagestan State Medical University», 1 Lenina sq., Makhachkala, 367000, Republic of Dagestan, Russian Federation;

²SBI CRA «Dagestan Center of the Eye Microsurgery», 12 Naberezhnaya St., Caspiysk, 368300, Republic of Dagestan, Russian Federation.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

For citations: Aliev D.A.-G., Nurudinov M.M., Alieva M.A.-G. The evolution of visual acuity test methods. The EYE GLAZ. 2019; 4:7-14. DOI: 10.33791/2222-4408-2019-4-7-14

This review presents a historical analysis of the development of visual acuity research methods, examines in detail the principles of construction of optotypes and charts for visual acuity examination as well as describes the advantages and disadvantages of modern eye charts. Such attention to this topic is justified by the fact that visual acuity is the main parameter characterizing the state of the eye. There-

fore, the study of visual acuity remains one of the most important methods of assessing visual functions. The generally accepted systems for visual acuity examination, despite the simplicity of their operation, do not have a sufficiently high sensitivity, and the optotypes that are used do not make it possible to adequately assess the functional state of the eye.

Key words: visual acuity, optotype, eye chart.

Острота зрения является основным и наиболее значимым параметром, характеризующим состояние зрительного анализатора. Поэтому исследование остроты зрения было и остается одним из важнейших методов оценки зрительных функций.

В настоящее время принято выделять три основные ступени, характеризующие центральное зрение: minimum visibile – наименьшее из видимого,

minimum separabile – способность различить минимальные детали замеченного объекта, minimum cognoscibile – способность опознать объект в целом при наименьших размерах его деталей. Высшая ступень зрительного восприятия зависит не только от угловых размеров объектов, но и от опыта исследуемого, и определяется целым рядом других характеристик его высшей нервной деятельности.

Простейшим примером исследования остроты зрения в режиме различения служит способность рассмотреть две точки, находящиеся друг от друга на расстоянии, равном их диаметру, как отдельные. Другим примером может быть способность различить чередующиеся черно-белые полосы минимальной ширины с предельного расстояния [1].

Дополнительно некоторые авторы выделяют также уровень *minimum legibile* – как отдельную ступень зрительного восприятия. Существует также понятие о *minimum deformabile* – так называемая гиперострота, нониусная или верньерная острота [2].

Долгие годы объективных методик определения остроты зрения не существовало и зрение описывали по субъективным ощущениям больного.

Первые попытки исследования остроты зрения предпринимались еще во времена древнего Рима, когда сортировка солдат в определенные рода войск осуществлялась путем оценки их зрения при помощи звезд на ночном небе.

Первые упоминания о математической величине, характеризующей остроту зрения, встречаются в работах астронома Robert Hooke в 1674 г. Он утверждал, что при нормальном зрении человек способен невооруженным глазом увидеть две звезды, расположенные под углом в 1 минуту [3, 4].

Таким образом, для исследования остроты зрения у большинства авторов основой служило определение *minimum separabile*. С тех пор эту величину использовали для определения остроты зрения.

Aubert, Meyer, Huxk проводили сравнительную оценку остроты зрения при рассмотрении белой точки на черном фоне и, наоборот, черной точки на белом фоне. Было обнаружено, что острота зрения для белой точки на черном фоне выше, поэтому использование яркой точки на темном фоне для определения остроты зрения является недостоверным

методом исследования остроты зрения. В настоящее время подавляющее большинство тестов для определения остроты зрения основано на предъявлении черных стимулов на белом фоне [5-9].

При попытках измерять зрение с помощью величины белых объектов на черном фоне было обращено внимание на зависимость остроты зрения не только от толщины черты, но и от ее длины. Так, уже в 1738 году Jurin обратил внимание, что два и более белых квадрата в длину или ширину глаз различает легче, нежели один такой же толщины квадрат, и объяснил это явление тем, что два белых квадрата занимают больше зрительных элементов сетчатки, чем один [10].

Кроме астрономов и математиков исследованием остроты зрения занимались оптики и продавцы очков, которые и положили начало оптометрическим таблицам, употребляемым в настоящее время в офтальмологии. Например, Daza de Valdes, который еще в 1623 г. предлагал желающим выписать себе очки – взять любую печать и, держа ее на оптимальном для чтения расстоянии, подобрать линзы [11, 12]. Схожую методику предлагал и Chevalier (1815), который для этой цели пользовался одним и тем же шрифтом французской энциклопедии [5].

Однако первым составителем настоящей оптометрической таблицы был немецкий офтальмолог Kuchler. Первая оптометрическая таблица, которую составил Kuchler в 1836 г., была предназначена им для собственного употребления. Впоследствии им была издана таблица для общего употребления, состоящая из 12 рядов текста различного размера, которые были обозначены номерами (рис. 1). При этом буквы в двенадцатом ряду имели высоту 1,5 мм, в 11-м ряду – 1,75 мм, в 10-м – 2,0 мм, в 8-м – 3,5 и т.д. Самый крупный шрифт имел высоту 21,5 мм.

Таким образом, он первым ввел систему и порядок при составлении оптометрических таблиц [13, 14].

Во всеобщее употребление оптометрические таблицы вошли только со времени появления в Вене таблиц Jaeger'a, то есть с 1854 г. [15, 16].

Практически в то же время Striedinger предложил для исследования остроты зрения таблицу с черными кружками на белом фоне. Исследуемый должен был считать эти кружки. Эти таблицы в конце прошлого столетия нашли широкое применение в английской армии [5].

В дальнейшем подобные таблицы издал Burchardt. Его таблицы были разделены черными полосами на белые поля различной величины, и в каждом поле находилось от трех до шести кружков, которые исследуемый должен был сосчитать. Эти таблицы были распространены в тот же период в немецкой армии [17].

В 1862 г. Donders предложил считать единицей измерения остроты зрения угол в 1 мин., а Снеллен, Жиро и Тейлон разработали способ определения остроты зрения таблицами, построенными на принципе нахождения наименьшей величины



Рис. 1. Таблица для визометрии Kuchler
Fig. 1. Kuchler's eye chart

изображения, видимой глазом. Основой подобных тестов стало определение угловой величины пробела или разрыва между элементами в стимуле [18].

В 1909 г. на XI Международном конгрессе офтальмологов в Неаполе размеры нормального угла зрения были подтверждены и стали обязательными для всех стран при исследовании остроты зрения, а в качестве стандартного знака для исследования остроты зрения было выбрано кольцо Ландольта [19].

Donders был первым, кто предложил в таблицах использовать оптоотипы с соотношением ширины ножки к высоте всей буквы как 1:5. Несмотря на это, кстати, ширина букв в его таблицах могла быть произвольной, а очертания букв не во всех отделах имели толщину, равную 1 угловой минуте.

Donders и Snellen совместно предложили известную общую формулу для определения остроты зрения, а именно:

$$V=d/D,$$

где V – острота зрения, D – расстояние, на котором элементы данного оптоотипа видны под углом в 1 мин., а d – расстояние, на котором удается распознать данный знак [20, 21].

Впервые стандартизованная методика измерения остроты зрения была описана Н. Snellen в 1867 г. [22]. Им была предложена таблица (рис. 2), в которой содержались строки прописных букв (оптоотипов): размер букв уменьшается от строки к строке в направлении сверху вниз. В качестве оптоотипов применялись латинские буквы.

Использование в качестве тест-объектов букв или определенных фигур позволяет провести исследование в режиме распознавания, т. е. определять minimum cognoscibile.

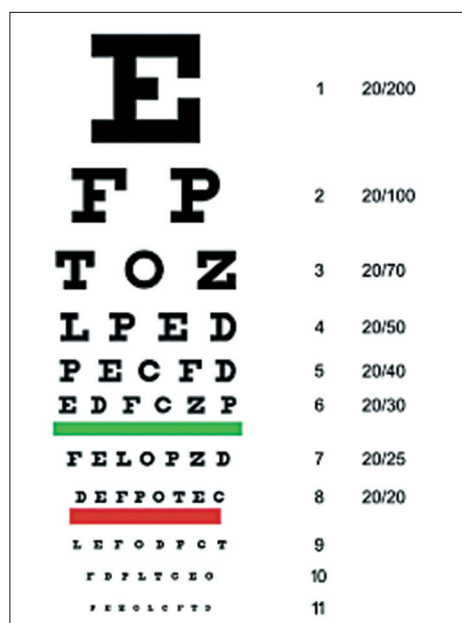


Рис. 2. Таблица Снеллена для исследования остроты зрения
Fig. 2. Snellen eye chart for visual acuity measurement

При составлении таблиц для измерения остроты зрения применяли две основные системы: метрическую и квадратическую. При метрической системе составления таблиц угловые размеры оптоотипов изменяли линейно, а при квадратической – в геометрической прогрессии.

В конце прошлого столетия большинство таблиц были построены по метрическому принципу. Среди них наибольшее распространение получили таблицы, составленные по десятичной системе Мануайе, где каждый ряд букв отличается от последующего на 0,1 остроты зрения [23].

Еще в XIX веке офтальмологи начали использовать таблицы с определенными оптоотипами, то есть знаками, имеющими заданные характеристики и отвечающими определенным требованиям. Так, в 1862 г. появились известные во всем мире таблицы Снеллена, в 1899 г. – таблицы с кольцами Ландольта, в России в 1882 году – «Шрифты и таблицы для исследования зрения» А.А. Крюкова, а в 1903 г. – «Таблица для исследования остроты зрения с помощью букв и квадратов» К. Ноишевского. Затем в 1923 г. появились применяемые и в наше время таблицы Сивцева – Головина (рис. 3) [24, 25].

ВНИИ им. Гельмгольца был произведен пересмотр таблиц, применяемых для определения остроты зрения. На основе проведенной работы было признано считать нерациональным применение в СССР таблицы Снеллена и Крюкова. Рассматривались следующие таблицы: 1) С.С. Головина и Д.А. Сивцева; 2) И.М. Авербаха, С.В. Кравкова и С.Я. Фридмана; 3) В.Е. Шевалева. Отмечено было, что, несмотря на широкое распространение, таблицы Сивцева-Головина также не лишены недостатков. Во-первых, в них имеется большая разница в величине знаков в

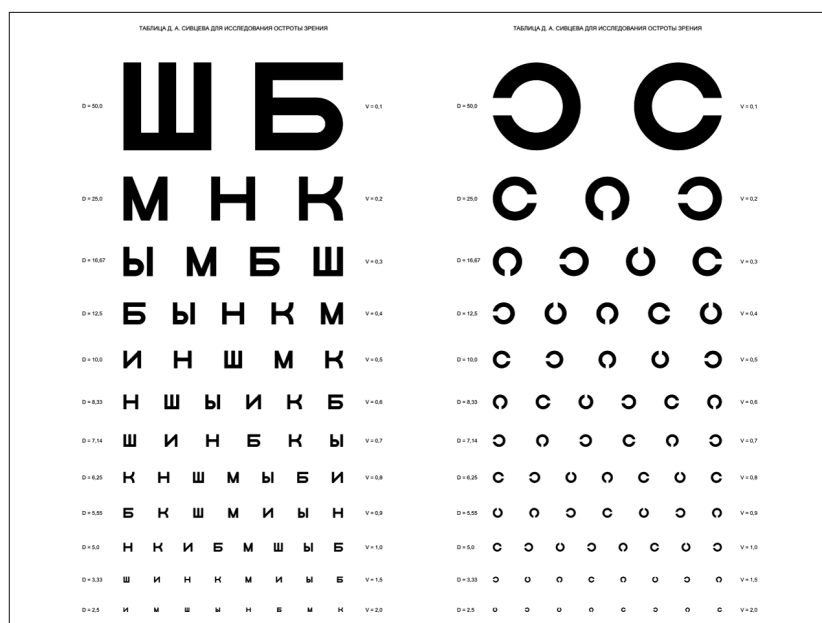


Рис. 3. Таблица Сивцева - Головина
Fig. 3. Sivtsev – Golovin eye chart

разных строках и неравномерность при переходе от одной строки к другой. Во-вторых, использование в качестве оптоотипов различных букв уже предусматривает, что не все знаки узнаваемы в одинаковой степени.

При проведении визометрии крайне важным является учет сложности контура оптоотипов. Было замечено, что буквы, построенные из элементов одинаковой угловой величины, однако имеющие различный контур, с предельного расстояния распознаются исследуемым с различным удельным весом ошибочных ответов [6].

В свое время Green разделил все буквы алфавита на три разряда: на буквы прямоугольные, на буквы остроугольные и на буквы, более или менее приближающиеся к начертанию круга. В своих таблицах пробных знаков для исследования остроты зрения Green совершенно исключал буквы остроугольные, сохраняя только буквы прямоугольные и с округлыми контурами [26].

Таким образом, при составлении таблиц для визометрии в идеале оптоотипы должны быть изогностичными. Типичными примерами изогностичных оптоотипов являются кольца Ландольта, крючки Снеллена и Пфлюгера [5, 6, 25, 27].

Наиболее соответствующим требованиям изогностичности является оптоотип Ландольта (рис. 4). Соотношение величины оптоотипа к величине его детали составляет 5:1. Следует, однако, заметить, что в данном случае исследуется не способность распознать оптоотип, а определение ориентации знака, или способность локализовать белый разрыв [28].

Ferre и Rand отметили, что узнавание положения разрыва в кольце до того, как он становится отчетливо видимым, происходит из-за контрастной «неуравновешенности» [29]. Для устранения этого эффекта авторами было предложено «уравновешенное» кольцо, толщина которого была неравномерной, и в области кольца, противоположной разрыву, толщина была минимальной.

Схожий по принципу «уравновешивания» оптоотип предложил Вейнберг [30] (рис. 5).

Для измерения остроты зрения в режиме различения применяют также знаки с периодической структурой – черно-белые решетки и шахматные клетки.

Работы по созданию новых оптоотипов ведутся и по сей день, что говорит о том, что существующие оптоотипы и таблицы для их предъявления все еще далеки от совершенства [31–33]. Из основных недостатков в первую очередь стоит отметить значительную изменчивость в результатах исследований, обусловленную субъективностью их оценки. Повторяемость результатов измерения остроты зрения с помощью таблиц Снеллена, по данным разных авторов, очень низка [34, 35]. Все эти данные подтверждают значительную изменчивость результатов тестирования при использовании аналогичных таблиц.

Несмотря на широкую распространенность таблиц Головина – Сивцева, исследование остроты зрения с их помощью недостаточно точно и адекватно отражает состояние зрения у пациента. Данная методика имеет ряд весьма существенных недостатков, помимо упомянутых выше [36–38].

Многие современные визометрические таблицы построены по десятичной системе, предложенной Моноуер [23]. В таблицах, построенных по принципу арифметической прогрессии, каждый ряд букв отличается от соседнего на 0,1 остроты зрения. Таблица имеет 10 строк. Цифры остроты зрения расположены на каждой строке с правой стороны в виде десятичной дроби. Определение остроты зрения по данной таблице проводят с расстояния 5 метров.

Принцип арифметической прогрессии заложен в основу большинства таблиц для визометрии. Однако таблицы, построенные по такому принципу, имеют ряд недостатков. Так, например, в случае остроты зрения от 0,1 до 0,2 происходит увеличение размеров тест-объектов в 2 раза, а при переходе от остроты зрения 0,5 к 0,6 – в 1,2 раза. Данное обстоятельство значительно снижает чувствительность и точность метода с использованием таких таблиц [39, 40].

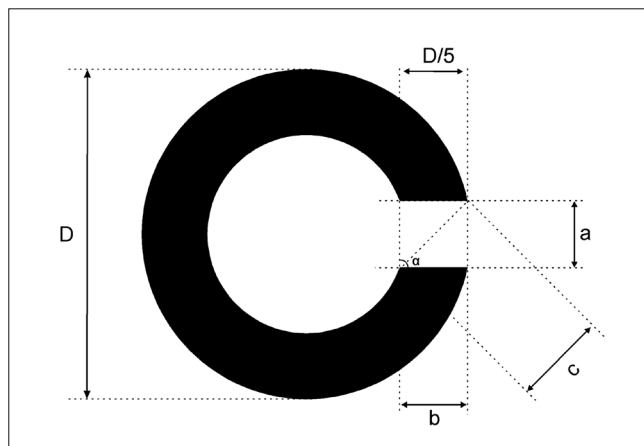


Рис. 4. Кольцо Ландольта
Fig. 4. Landolt ring

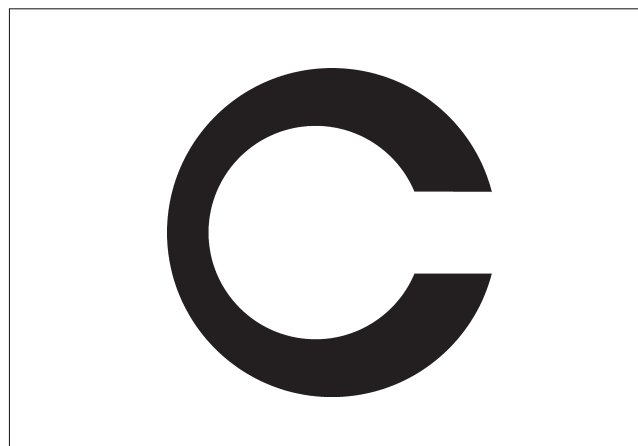


Рис. 5. «Уравновешенное» кольцо Вейнберга
Fig. 5. Weinberg's "balanced" ring

В попытках усовершенствования методов визометрии Bailey и Lovie [41] предложили таблицы, в которых используется геометрическая прогрессия изменения размеров оптоотипов со знаменателем 1,26. В таблице Бейли - Лоуви число букв в каждой строке 5, при этом расстояние между краями букв в строке находится в зависимости от ширины букв, а расстояние между краями строк – от высоты букв. Уменьшение размеров букв в каждой последующей строке происходит на 26%, а через каждые 3 строчки размер оптоотипов уменьшается в 2 раза. В данной таблице острота зрения выражается в единицах logMAR (логарифм минимального угла разрешения).

Попытки уменьшения размеров таблиц привели к возникновению вопроса о том, до каких пределов можно приближать буквы друг к другу. Было обнаружено, что расстояние между оптоотипами влияет на их распознавание, в литературе этот феномен описывается как «краудинг-эффект» [42-44].

В соответствии с рекомендациями оптоотипы должны быть расположены на расстоянии не менее ширины одного оптоотипа по ширине и высоты большего оптоотипа по высоте.

По такому принципу, в частности, построены таблицы ETDRS (рис. 6).

Логарифмическая шкала оценки остроты зрения, лежащая в основе таблицы для визометрии, предложенной в рамках программы ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study – исследование по раннему лечению диабетической ретинопатии), на сегодняшний день является золотым стандартом для измерения остроты зрения во всем мире. В результате проведенных исследований были получены достоверные показатели, подтверждающие, что предложенная методика исследования остроты зрения обладает большей прецизионностью, после чего данные таблицы стали использовать для измерения остроты зрения также в катарактальной и рефракционной хирургии.

К таблицам ETDRS предъявляются следующие требования:

- 1) одинаковое количество оптоотипов на строках (5 букв на один ряд);
- 2) равный интервал между строками (ряды разделены интервалом в 0,1 log);
- 3) равный интервал между буквами по log шкале (log scale);
- 4) отдельные строки уравновешены по сложности букв.

Таблица ETDRS состоит из 5 тест-объектов в каждом из 15 рядов. Для оценки результатов исследования используются logMAR [8] единицы – логарифм минимального угла разрешения – Minimal Angle of Resolution (MAR) [45, 46].

Тест-объектами в данной таблице служат буквы латинского алфавита, и, несмотря на максимальную уравнированность оптоотипов в одном ряду, при использовании их сохраняется ряд негативных эффектов, а именно феномен «узнаваемости» тест-объекта, при котором испытуемый может правильно назвать тест-объект, узнав его силуэт, а также феномен «закругления углов» [1, 35].

С целью устранения вышеуказанных недостатков в 2018 г. А.-Г.Д. Алиевым с соавт. был предложен оптотип для исследования остроты зрения [47].

Во-первых, предлагается новый оптотип, представляющий собой модифицированное кольцо Ландольта. Главной отличительной особенностью предложенного оптоотипа является наличие разрыва в виде круга, что позволяет устранить феномен «закругления углов» за счет меридиональной равномерности детали предъявляемого оптоотипа (рис. 7).

Оптотип имеет следующую конфигурацию: диаметр D, ширина кольца и диаметр разрыва равны D/5. Таким образом, сохраняется оптимальное отношение элементов оптоотипа к его общему размеру [4, 16].

Данный оптотип может применяться для визометрических исследований как в клинической практике, так и для научно-исследовательских целей. В частности, наибольшее значение такое строение оптоотипа имеет для прецизионных визометрических исследований при астигматизме, так как в нем соблюдается принцип меридиональной равномерности детали оптоотипа.

Во-вторых, авторами предложена таблица (рис. 8), построенная на основе принципа логарифмической прогрессии размеров оптоотипов со знаменателем прогрессии 1,25. То есть каждая последующая строка в 1,25 раза меньше предыдущей.

Для большей практичности эксплуатации и стандартизации условий освещенности таблица адаптирована для размещения в аппарате Рота. Использование этой таблицы позволяет проводить прецизионные исследования остроты зрения от 0,05 до 2,28 со значительно меньшим шагом, чем стандартная таблица с арифметической прогрессией.

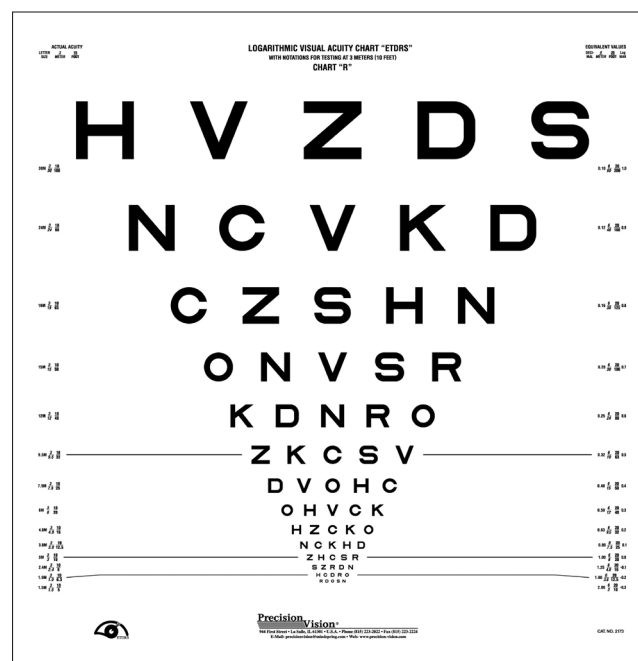


Рис. 6. Таблица ETDRS
Fig. 6. ETDRS chart

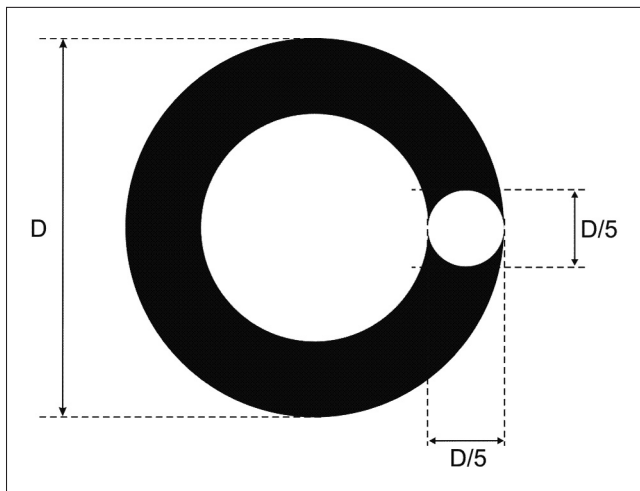


Рис. 7. Новый оптотип для исследования остроты зрения
Fig. 7. New optotype for visual acuity tests

Таким образом, развитие методов исследования остроты зрения продолжается и по сей день. Применяемые в широкой клинической практике методы визометрии не обеспечивают должного уровня точности исследования зрительных функций. В то же время современные прецизионные методы оценки остроты зрения не распространились широко из-за необходимости дополнительной интерпретации результатов исследования.

На наш взгляд, наиболее оптимальным было бы использование таблиц для визометрии, обеспе-

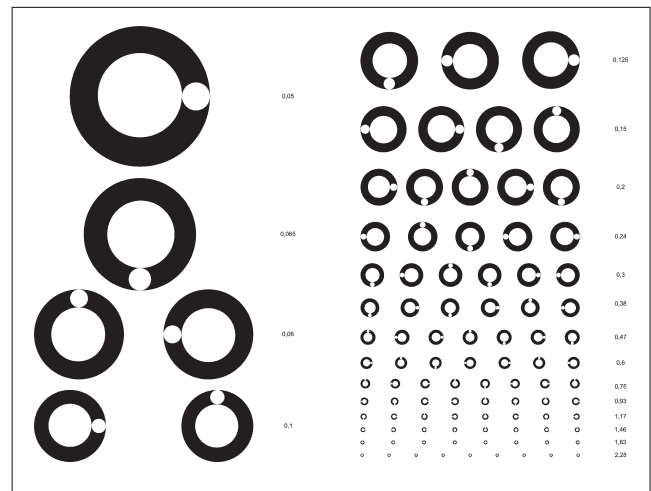


Рис. 8. Модифицированная таблица для визометрических исследований
Fig. 8. Modified eye chart for visual acuity test

чивающих приемлемый для научно-клинических исследований уровень достоверности и чувствительности и в то же время являющихся достаточно простыми в эксплуатации для их более широкого распространения.

Концепция и дизайн исследования: Алиев А.-Г.Д.

Сбор и обработка материалов: Алиева М.А.-Г., Нурудинов М.М.

Написание текста и редактирование: Алиев А.-Г.Д., Нурудинов М.М.

Литература

1. Волков В.В., Горбань А.Н., Джалиашвили О.А. Клиническая визо- и рефрактометрия. Л.: Медицина; 1976. 216 с.
2. Daza de Valdes B. The use of eye glasses, 1623. See: Hirschberg, History of Ophthalmology. (Runge P.E. ed.). Vol. 11. Wayenborgh: Belgium; 2004.
3. Погребысская Е.И. Оптика Ньютона. М.: Наука; 1981. 136 с.
4. Райков Т.К. Роберт Гук и его трактат об экспериментальном методе. В кн.: Научное наследство. М.; Л.: Изд-во АН СССР; 1948(1):653-767.
5. Colenbrander A. The historical evolution of visual acuity measurement. Vis Impair Res. 2009;10:57-66. doi:10.1080/13882350802632401
6. Лещенко И.А. О системах и правилах определения остроты зрения. Вестник оптометрии. 2009;3:54-58.
7. Johnson C., Wall M., Thompson H. A history of perimetry and visual field testing. Optometry and vision science: official publication of the Am Acad Optom. 2011;88:E 8-15. doi:10.1097/OPX.0b013e3182004c3b
8. Mayer T. Nova method usperficiendi instruinenta geometrica et novui im instrumentum ngoniometricum. Soc Comntent Reg Sci Goetting. 1752;2:325.
9. Mayer T. Experimenta circa visusaciem. Soc Commllwtient Reg Sci Goetting. 1754;4:97-112, pl IX.

References

1. Volkov V.V., Gorban A.N., Dzhaliasvili O.A. Klinicheskaja vizo- i refraktometrija [Clinical Viso-and Refractometry]. Leningrad: Medicine; 1976. 216 p. (In Russ.)
2. Daza de Valdes B. The use of eye glasses, 1623. See: Hirschberg, History of Ophthalmology. (Runge P.E. ed.). Vol. 11. Wayenborgh: Belgium; 2004.
3. Pogrebisskaya E.I. Optika N'jutona [Newton Optics]. Moscow: Nauka; 1981. 136 p. (In Russ.)
4. Raikov T.K. Robert Guk i ego traktat ob Jeksperimental'nom metode [Robert Hook and his treatise on the experimental method]. In: Scientific inheritance. Moscow; Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR; 1948;1:653-767. (In Russ.)
5. Colenbrander A. The historical evolution of visual acuity measurement. Vis Impair Res. 2009;10:57-66. doi:10.1080/13882350802632401
6. Leshchenko I.A. The systems of the rules for determining the definition of vision. Vestnik optometrii. 2009;3:54-58. (In Russ.)
7. Johnson C., Wall M., Thompson H. A history of perimetry and visual field testing. Optometry and vision science: official publication of the Am Acad Optom. 2011;88:E 8-15. doi:10.1097/OPX.0b013e3182004c3b
8. Mayer T. Nova method usperficiendi instruinenta geometrica et novui im instrumentum ngoniometricum. Soc Comntent Reg Sci Goetting. 1752;2:325.
9. Mayer T. Experimenta circa visusaciem. Soc Commllwtient Reg Sci Goetting. 1754;4:97-112, pl IX.

10. Jurin J. An essay upon distinct and indistinct vision. In: A Compleat System of Opticks in Four Books. Ed. by Smith R. London: Cornelius Crownfield & Stephen Austen; 1738: 115, 116.
11. Daza de Valdes B. Manoscritto francese del secolo de cinow setti mori guardante. L'uso degli occhiali. Modena: Societa tip; 1892.
12. Daza de Valdes B. Uso de los antojos. Biblioteca clasica de la medicina espanola. Madrid: Cosano; 1923.
13. Kuchler H. Schrift nummer probefuir Gesichtsleidende. Darmstadt: Johann Philipp Diehli; 1843.
14. Kuchler H. Ueber den Zweck und die beste Einrichtung von Gesichtsprouben. Heidelberg Medicin Ann Puchelt, Chelius-nold Nagele. 1844;10:408-418.
15. Jaeger E. Ueber Staar und Staaroperationen. 1st ed. Vienna: L.W Seidel; 1854.
16. Jaeger E. Type Scales. Pocket edition. Vienna: LW, Seidel & Son; 1865.
17. Weymouth F., Hines D., Acres L., Raaf J., Wheeler M. Visual acuity within the area centralis and its relation to eye movements and fixation. Am J Ophthalmol. 1928;11(12):947-960. doi:10.1016/S0002-9394(28)90119-1
18. Duke-Elder S. Franciscus Cornelis Donders. Br J Ophthalmol. 1959;43(2):65-68.
19. Landolt E. Brit J Ophthalmology. 1926;10(8):463.
20. Donders F.C. On the anomalies of accommodation and refraction. New Sydenham Society, London; 1864.
21. Snellen H. Letterproeven tot Bepaling der Gezichtsscherpte. Utrecht, Weyers; 1867 (Dutch edition).
22. Snellen H. On the methods of determining the acuity of vision. In: Norris W.F., Oliver C.A. eds. System of Diseases of the Eye. Philadelphia: J.B. Lippincott & Co; 1897.
23. Monoyer F. Echelle typographique edécimale pour mesurer l'acuité visuelle. Gaz Med Paris. 1875;21:258.
24. Воронцов Е.А., Черноусов А.С. Классификация методов и средств определения остроты зрения. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2006;28:75-83.
25. Ferris F.L., Kassov A., Bresnick G.H., Bailey I.L. New visual acuity charts for clinical research. Am J Ophthalmol. 1982; 94:91-96.
26. Green J. On a new series of test-letters for determining the acuteness of vision. Transact Amer Oph Soc. 1868:68-71.
27. Проскурина О.В., Розенблюм Ю.З., Бершанский М.И. Таблица для исследования остроты зрения у детей. Вестник офтальмологии. 1998;3:43-45.
28. Ferree C., Rand G. The testing of visual acuity. Factors in the sensitive use of the test for the detection of errors of refraction. Australian J Optom. 1934:118.
29. Вейнберг В.Б., Никольская Н.А. Таблицы для измерения остроты зрения. Проблемы физиологической оптики. М.: Издательство АН СССР; 1951:352-329.
30. Sloan L.L. New test charts for the measurement of visual acuity at far and near distances. Am J Ophth. 1959;48:807-813.
31. Ferree C., Rand G. More nearly absolute method of testing and rating vision. Arch Ophthalmol. 1940;24(2):292-315.
32. Jonkers G.H.A. New Optotype Chart. Ophthalmologica. 1975; 171:380-381. doi: 10.1159/000307553
33. Aliyev A.-H.D., Sergienko N.M. Correcting astigmatism. Optom Vis Sci. 1989;66(3):167-169.
34. Bennett A.G. Ophthalmic test types. Br J Physiol Optics. 1965;22:238-271.
35. Raasch T.W., Bailey I.L., Bullimore V.A. Repeatability of visual acuity measurement. Optom Vis Sci. 1998; (7 group): 342-348.
10. Jurin J. An essay upon distinct and indistinct vision. In: A Compleat System of Opticks in Four Books. Ed. by Smith R. London: Cornelius Crownfield & Stephen Austen; 1738:115, 116.
11. Daza de Valdes B. Manoscritto francese del secolo de cinow setti mori guardante. L'uso degli occhiali. Modena: Societa tip; 1892.
12. Daza de Valdes B. Uso de los antojos. Biblioteca clasica de la medicina espanola. Madrid: Cosano; 1923.
13. Kuchler H. Schrift nummer probefuir Gesichtsleidende. Darmstadt: Johann Philipp Diehli; 1843.
14. Kuchler H. Ueber den Zweck und die beste Einrichtung von Gesichtsprouben. Heidelberg Medicin Ann Puchelt, Chelius-nold Nagele. 1844;10:408-418.
15. Jaeger E. Ueber Staar und Staaroperationen. 1st ed. Vienna: L.W Seidel; 1854.
16. Jaeger E. Type Scales. Pocket edition. Vienna: LW, Seidel & Son; 1865.
17. Weymouth F., Hines D., Acres L., Raaf J., Wheeler M. Visual acuity within the area centralis and its relation to eye movements and fixation. Am J Ophthalmol. 1928;11(12):947-960. doi:10.1016/S0002-9394(28)90119-1
18. Duke-Elder S. Franciscus Cornelis Donders. Br J Ophthalmol. 1959;43(2):65-68.
19. Landolt E. Brit J Ophthalmology. 1926;10(8):463.
20. Donders F.C. On the anomalies of accommodation and refraction. New Sydenham Society, London; 1864.
21. Snellen H. Letterproeven tot Bepaling der Gezichtsscherpte. Utrecht, Weyers; 1867 (Dutch edition).
22. Snellen H. On the methods of determining the acuity of vision. In: Norris W.F., Oliver C.A. eds. System of Diseases of the Eye. Philadelphia: J.B. Lippincott & Co; 1897.
23. Monoyer F. Typographic scale for the measurement of visual acuity. Gaz Med Paris. 1875;21:258.
24. Vorontsov E.A., Chernousov A.S. Classification of methods and means of determining visual acuity. Scientific and Technical J of Information Technologies, Mechanics and Optics. 2006;28:75-83. (In Russ.)
25. Ferris F.L., Kassov A., Bresnick G.H., Bailey I.L. New visual acuity charts for clinical research. Am J Ophthalmol. 1982; 94:91-96.
26. Green J. On a new series of test-letters for determining the acuteness of vision. Transact Amer Oph Soc. 1868:68-71.
27. Proskurina O.V., Rosenblum Yu.Z., Bershansky M.I. Chart for the study of visual acuity in children. The Bulletin of Ophthalmology. 1998;3:43-45. (In Russ.)
28. Ferree C., Rand G. The testing of visual acuity. Factors in the sensitive use of the test for the detection of errors of refraction. Australian J Optom. 1934:118.
29. Weinberg V.B., Nikolskaya N.A. Charts for visual acuity measuring. Problems of physiological optics. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR; 1951:352-329. (In Russ.)
30. Sloan L.L. New test charts for the measurement of visual acuity at far and near distances. Am J Ophth. 1959;48:807-813.
31. Ferree C., Rand G. More nearly absolute method of testing and rating vision. Arch Ophthalmol. 1940;24(2):292-315.
32. Jonkers G.H.A. New Optotype Chart. Ophthalmologica. 1975; 171:380-381. doi: 10.1159/000307553
33. Aliyev A.-H.D., Sergienko N.M. Correcting astigmatism. Optom Vis Sci. 1989;66(3):167-169.
34. Bennett A.G. Ophthalmic test types. Br J Physiol Optics. 1965;22:238-271.
35. Raasch T.W., Bailey I.L., Bullimore V.A. Repeatability of visual acuity measurement. Optom Vis Sci. 1998; (7 group): 342-348.

36. Holladay J.T. Visual acuity measurements. J Cataract Refract Surg. 2004;30:287-290. doi:/10.1016/j.jcrs.2004.01.014
37. Taylor H.R. Applying new Design Principles to the Construction of an Illiterate E chart. Am J Optom Physiol. Optics. 1978 (55):348-351.
38. Ferree C., Rand G. The testing of visual acuity. Factors in the sensitive use of the test for the detection of errors of refraction. Australian J Optometry. 1934:118.
39. Алиев А.-Г.Д., Исмаилов М.И. Исследование феномена псевдоаккомодации при интраокулярной коррекции афакии. Офтальмохирургия. 1999;4:38-42.
40. Ferree C., Rand G. The testing of visual acuity. Factors in the sensitive use of the test for the detection of errors of refraction. Australian J Optometry. 1934:118.
41. Bailey I.L., Lovie J.E. New Design Principles for Visual Acuity Letter Charts. Am J Optom. & Physiol. Opt. 1976; 53: 740.
42. Westheimer G. Optotype recognition under degradation: comparison of size, contrast, blur, noise and contour-perturbation effects. Clin Exp Optom. 2016;99:66-72. doi: 10.1111/cxo.12293
43. Alexander K., Xie W., Derlacki D. Visual acuity and contrast sensitivity for individual sloan letters. Vis Res. 1997;37(6):813-819. doi:10.1016/S0042-6989(96)00190-3
44. Tokutake T. et al. Relation between visual acuity and slope of psychometric function in young adults. i-Perception. 2011;2:308-308. doi:10.1068/ic308
45. Минеева Л.А., Балашевич Л.И., Баранов А.А., Шубин Л.Б., Кабанов А.В. Оценка изменений оптических сред глаза и зрительных функций у пациентов с инсулинозависимым сахарным диабетом II типа и их взаимоотношение с уровнем гликемии крови. Российский офтальмологический журнал. 2018;11(4):5-13. doi: 10.21516/2072-0076-2018-11-4-5-13
46. Shamir R.R., Friedman Y., Joskowicz L., Mimouni M., Blumenthal E.Z. Comparison of Snellen and Early Treatment Diabetic Retinopathy Study charts using a computer simulation. Int J Ophthalmol. 2016;9(1):119-123. doi:10.18240/ijo.2016.01.20
47. Алиев А.-Г.Д., Алиев А.-Г.А., Нурудинов М.М., Магомедова М.М., Алиева М.А.-Г. Оптотип для исследования остроты зрения. Патент РФ № 2695919, 30.07.2019.
36. Holladay J.T. Visual acuity measurements. J Cataract Refract Surg. 2004;30:287-290. doi:/10.1016/j.jcrs.2004.01.014
37. Taylor H.R. Applying new Design Principles to the Construction of an Illiterate E chart. Am J Optom Physiol. Optics. 1978 (55):348-351.
38. Ferree C., Rand G. The testing of visual acuity. Factors in the sensitive use of the test for the detection of errors of refraction. Australian J Optometry. 1934:118.
39. Aliev A.-G.D., Ismailov M.I. The study of the phenomenon of pseudoaccommodation in the intraocular correction of aphakia. Ophthalmosurgery. 1999;4:38-42. (In Russ.)
40. Ferree C., Rand G. The testing of visual acuity. Factors in the sensitive use of the test for the detection of errors of refraction. Australian J Optometry. 1934:118.
41. Bailey I.L., Lovie J.E. New Design Principles for Visual Acuity Letter Charts. Am J Optom. & Physiol. Opt. 1976; 53: 740.
42. Westheimer G. Optotype recognition under degradation: comparison of size, contrast, blur, noise and contour-perturbation effects. Clin Exp Optom. 2016;99:66-72. doi: 10.1111/cxo.12293
43. Alexander K., Xie W., Derlacki D. Visual acuity and contrast sensitivity for individual sloan letters. Vis Res. 1997;37(6):813-819. doi:10.1016/S0042-6989(96)00190-3
44. Tokutake T. et al. Relation between visual acuity and slope of psychometric function in young adults. i-Perception. 2011;2:308-308. doi:10.1068/ic308
45. Mineeva L.A., Balashevich L.I., Baranov A.A., Shubin L.B., Kabanov A.V. Assessing the changes in eye optics and visual functions in patients with insulin-dependent type 2 diabetes mellitus and their relationship with blood glucose level. Russian Ophthalmological J. 2018;11(4):5-13. doi:10.21516/2072-0076-2018-11-4-5-13. (In Russ.)
46. Shamir R.R., Friedman Y., Joskowicz L., Mimouni M., Blumenthal E.Z. Comparison of Snellen and Early Treatment Diabetic Retinopathy Study charts using a computer simulation. Int J Ophthalmol. 2016;9(1):119-123. doi:10.18240/ijo.2016.01.20
47. Aliev A.-G.D., Aliev A.-G.A., Nurudinov M.M., Magomedova M.M., Alieva M.A.-G. Optotype for the study of visual acuity. Patent RF N 2695919; 30.07.2019. (In Russ.)

Поступила / Received / 01.08.2019

Для контактов:

Нурудинов Муса Муртазалиевич, e-mail: musail1988@gmail.com

«The EYE ГЛАЗ» – ЖУРНАЛ ДЛЯ ОФТАЛЬМОЛОГОВ И ОПТОМЕТРИСТОВ

Для вашего удобства мы внедрили современный online-вариант* подписки:

- годовая подписка
(печатная и электронная версии) – 1 600 рублей;
- годовая подписка
(электронная версия) – 1 200 рублей;
- покупка отдельного выпуска
(электронная версия) – 300 рублей;
- покупка отдельной статьи выпуска
(электронная версия) – 100 рублей.

*Необходимо предварительно зарегистрироваться на сайте www.theeyeglaz.com. По-прежнему доступна подписка через электронную почту glaz@ramo.ru, по телефону +7 (495) 602-05-52 (доб. 1505), через АО "Почта России" (№ ПИ060), podpiska.pochta.ru.

Журнал "The EYE ГЛАЗ" зарегистрирован Комитетом РФ по печати. Регистрационный номер журнала ПИ № ФС77-74742 от 29 декабря 2018. Журнал зарегистрирован ISSN International Centre: ISSN 2222-4408 (Russian ed. Print), ISSN 2686-8083 (Online). Периодичность издания: 4 раза в год.

www.theeyeglaz.com
