

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Осетинская государственная медицинская академия»
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

О.А. Короев, А.О. Короев

ОСТРОТА ЗРЕНИЯ

Учебное пособие

**Владикавказ
2022**

УДК 612.1/.8
ББК

Короев О.А., Короев А.О.

Острота зрения: учебное пособие. Северо-Осетинская государственная медицинская академия, 2022. – 74 с.

Учебное пособие посвящено одной из основных зрительных функций – остроте зрения. В нем детально рассматриваются теоретические основы этой функции. Определены основы методов ее исследования. Дана характеристика методика визометрии. Приводятся данные об остроте зрения в различных возрастных группах. Представляет интерес раздел причин снижения остроты зрения. Пособие предназначено для ординаторов, изучающих офтальмологию.

Учебное пособие «Острота зрения» подготовлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации по программам ординатуры по специальности 31.08.59 Офтальмология.

УДК
ББК

Рецензенты:

Н.А. Гаврилова – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой глазных болезней лечебного факультета ГБОУ ВПО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России.

Л.Ш. Рамазанова – доктор медицинских наук, профессор кафедры биомедицинской техники ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», заведующая КХЛ Центра КПП ГБУЗ АО АМОКБ.

Утверждено и рекомендовано к печати Центральным координационным учебно-методическим ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России (протокол № ___ от _____ 2022 г.)

© Северо-Осетинская государственная медицинская академия, 2022
© Короев О.А., Короев А.О.

ВВЕДЕНИЕ

Самым важным элементом зрительной функции человека является так называемое форменное зрение – способность различать форму, мелкие детали предметов (эта способность обеспечивает трудовую деятельность человека). Острота центрального зрения служит основным показателем состояния зрительного анализатора. Исследование остроты зрения очень важно для суждения о состоянии зрительного аппарата человека, о динамике патологического процесса. В связи с этим детальное знание теоретических основ остроты зрения и различных методов ее исследования является необходимым условием образовательного процесса ординатора. Знание основ исследования остроты зрения позволит обучающимся проводить ее исследование стандартизованным способом, судить о нарушении этой зрительной функции, контролировать динамику лечебного процесса. Предлагаемое нами учебное пособие поможет расширить знания об остроте зрения.

Самым важным элементом зрительной функции человека является так называемое форменное зрение – способность различать форму, мелкие детали предметов (эта способность обеспечивает трудовую деятельность человека).

Форменное зрение называется также центральным, потому что только центральный участок сетчатки, центральная ямка (*macula lutea* и его *fovea centralis*, рис.1) способны обеспечить эту часть зрительной функции.

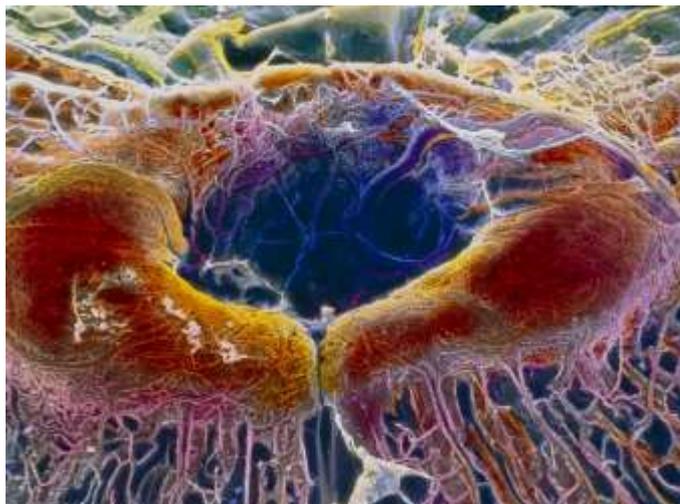


Рис. 1. Центральная ямка сетчатки.

Периферия сетчатки дает отражение окружающего мира приблизительно, в неясных контурах, но отмечает движение предметов, что помогает человеку ориентироваться в пространстве и в то же время не мешает сосредоточить все внимание на тонко дифференцированном отображении, получаемом в центральной ямке. В зоне сетчатки на расстоянии всего 10° от центральной ямки острота зрения равна только 0,2 центрального зрения.

Центральное фовеальное зрение. При рассматривании любого предмета глаз устанавливается таким образом, что изображение вырисовывается всегда в заднем участке его, в центральной ямке. Сетчатка средних отделов этой ямки представлена только нейроэпителием, причем колбочки здесь истончены и удлинены, концы их, обращенные кнутри, к биполяркам, складываются в специальное образование – волокнистый слой Генле.

Средние отделы центральной ямки (*foveola*) являются наиболее чувствительной частью сетчатки, и зрительная функция, осуществляемая этим участком сетчатки, называется центральным зрением. Центральное зрение – это прежде всего и главным образом – форменное зрение.

При зрительном восприятии предметов внешнего мира последние оцениваются нами по самым разным показателям – по форме, размерам, по окраске, движению, пространственным отношениям и т. д. Все вместе эти показатели создают исчерпывающее представление о рассматриваемом предмете. Однако значимость отдельных показателей в создании конечного зрительного ощущения далеко не одинакова.

Самым главным является, несомненно, восприятие формы. Именно форма наиболее полно передает основные характерные черты предмета, отличающие его от других схожих и несхожих с ним. Не удивительно поэтому, что особенно важное, можно сказать, первое место в познании внешнего мира, принадлежит форменному зрению.

Существование специального форменного зрения подтверждается клиническими наблюдениями над гностическими расстройствами зрительного восприятия одной лишь формы предмета.

Гольдштейн и Гельб наблюдали больного, который во время первой мировой войны получил ранение затылочной области мозга. В результате этого ранения больной совершенно утратил способность визуального восприятия формы. Хотя у него было хорошее центральное зрение, хороший глазомер и нормальное глубинное восприятие, он не мог распознавать разницу между кругом, квадратом и треугольником и называл их лишь после того, как обводил контуры их пальцем.

В существовании специального форменного зрения убеждает также и встречающееся у некоторых лиц хорошее восприятие формы в кругах светорассеяния и, наоборот, плохое видение формы при более или менее четких изображениях предметов на сетчатке.

В осуществлении форменного зрения периферическому отделу зрительно-нервного аппарата принадлежит значительно меньшая роль, главным же является корковый компонент, психо-компонент зрительного восприятия. Компонент этот имеется почти во всяком зрительно-нервном процессе, ибо, в конечном счете, даже самое простое восприятие подвергается оценке высшими отделами центральной нервной системы, оценке с использованием зрительной памяти, предшествовавшего опыта, предшествовавших наблюдений. При форменном же зрении корковый компонент преобладает.

Зрительное форменное восприятие может быть получено также и при помощи пространственного восприятия в двух измерениях. Правда, форма на плоскости представляется всего лишь в виде контуров предмета, в виде силуэта.

Функция восприятия оптических изменений на плоскости представляет собой способность видеть минимальные смещения одного отрезка вертикальной или горизонтальной прямой линии по отношению к другому ее отрезку, причем до смещения оба отрезка являлись единым целым (рис.2).

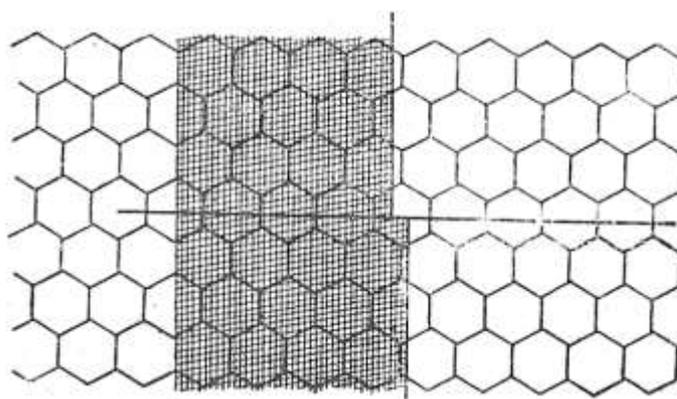


Рис. 2. Изображение на сетчатке минимальных возможных к восприятию изломов прямой — нониусное зрение.

Другими словами, это нечто иное, как способность замечать малейшие изломы прямой линии в горизонтальном и вертикальном направлениях. Ввиду того, что расположение отрезков вертикальной линии при смещении одного

из них точно такое же, какое имеет место при отсчетах делений, с помощью нониуса-верньера или логарифмической линейки, функция восприятия оптических пространственных изменений на плоскости именуется еще нониусным зрением.

Сложному форменному зрению противостоит простое бесформенное зрение, сводящееся к зрительному восприятию светящейся точки или смазанного неопределенного пятна, более или менее светлого на темном фоне и темного – на светлом фоне. Каждый предмет любой, самой сложной формы может вызывать такое зрительное ощущение, если он будет очень удален от глаза, и величина его изображения на сетчатке будет очень мала.

Любопытно, что бесформенное восприятие в виде серых пятен предметов разных по форме, но равных по площади происходит почти при одном и том же удалении их от глаза. Два таких предмета, разделенные небольшим промежутком, также при большом удалении от глаза воспринимаются как точка. Лишь при приближении они разделяются и появляется зрительное восприятие двух точек.

Еще во второй половине прошлого столетия Ауберт ввел в физиологическую оптику суждение о зрительном восприятии, как о восприятии так называемых физиологических точек. В отличие от физического понятия точки (воображаемого тела бесконечно малых размеров с определенной конечной массой) – физиологическая точка представляет собой площадь минимальной протяженности, лежащую на границе видимости.

Зрительное восприятие, таким образом, может быть восприятием одной точки, двух точек и многих точек.

Если восприятие одной точки является восприятием бесформенным, то восприятие многих точек будет восприятием формы, ибо каждый предмет можно разложить на отдельные частицы, вообразить состоящим из большего или меньшего количества отдельных точек. Надо отметить, что и раздельное восприятие двух точек будет в какой-то мере восприятием формы, правда,

самой примитивной, но все же формы. Ведь раздельное восприятие двух точек, так называемая разрешающая сила глаза, обеспечивает возможность восприятия отдельных подробностей формы (рис. 3).

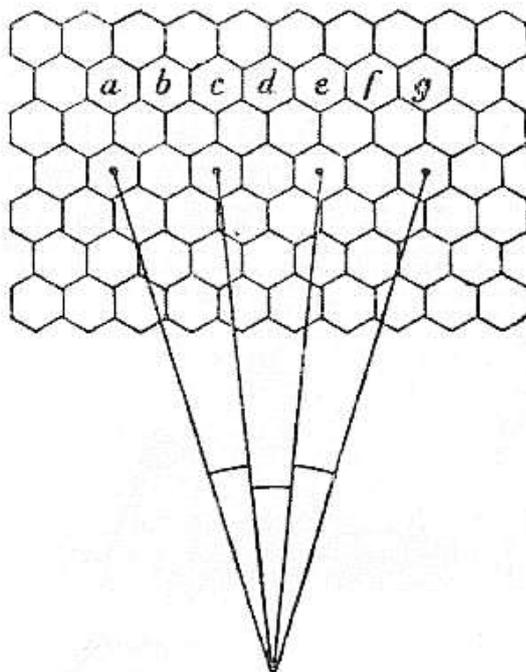


Рис. 3. Раздельное зрительное восприятие двух, трех, нескольких точек, возможное при изолировании раздражаемых колбочек колбочками нераздражаемыми.

Итак, в зрительном восприятии можно различать бесформенное восприятие и восприятие форменное. К первому относится восприятие физиологической точки двух точек, максимально сближенных, но не сливающихся, так называемое сепарабельное зрение, или разрешающая сила глаза.

Ко второму в какой-то степени относится восприятие контурных плоскостных изображений, нониусное зрение и специальное форменное зрение.

Гофман полагает, что точечное зрение можно полностью приравнять к сепарабельному. Черная точка, например, на белом фоне, может рассматриваться как промежуток, разделяющий два граничащих с ней участка белого фона. В таком случае, следовательно, речь может идти не столько о точечном зрении, сколько о сепарабельном. Рассуждения Гофмана,

несомненно, заслуживают упоминания. Тем не менее, мы считается более правильным сохранить отдельное понятие о точечном и о сепарабельном зрении.

Нужно отметить, что некоторые офтальмологи понятие сепарабельного зрения в известной мере отождествляют с понятием форменного зрения, несмотря на то, что в действительности обе эти функции совершенно различны. Это отождествление объясняют тем, что в определении разрешающей силы глаза (*minimum separabile*) пользуются буквенными, цифровыми и разными другими плоскостными изображениями фигур. Эти буквы, цифры и фигуры имеют каждая определенную форму, знакомую всем по предшествовавшим наблюдениям, так что при рассматривании таблиц человек не просто видит показываемую цифру, букву, фигуру, но и узнает ее. Таким образом, количественное представление о форменном зрении можно до некоторой степени получить косвенным путем при определении зрения общепринятыми буквенными таблицами.

Острота зрения. Выполнить свое назначение орган зрения может при том условии, что он рассматриваемое видит остро, т. е. имеет полноценную остроту зрения, понимают способность глаза воспринимать возможно более мелкие объекты на возможно более далеком расстоянии. Острота зрения несколько обще определяется и как степень пространственного восприятия на плоскости. Значительно распространенное представление об остроте зрения, как о раздельном восприятии двух максимально сближенных точек, о так называемой разрешающей силе глаза.

Соответственно подразделению зрительного восприятия на точечное, сепарабельное, нониусное и форменное следует различать и четыре разновидности остроты зрения: 1) точечную, 2) сепарабельную, 3) нониусную и 4) форменную.

Эти разновидности остроты зрения определяются пороговым восприятием физиологической точки (*minimum visibile*), порогом, различения двух точек (*minimum separabile*), порогом изменения оптической локализации

на плоскости (минимум излома прямой) и порогом восприятия формы (*minimum cognoscibile*), а также порогом восприятия букв (*minimum legibile*).

Острота зрения обуславливается мозаичностью строения сетчатки (рис.4) (анатомо-физиологические факторы), особенностями оптической системы глаза (физические факторы), при более сложных зрительных восприятиях – и особенностями деятельности центральной нервной системы.

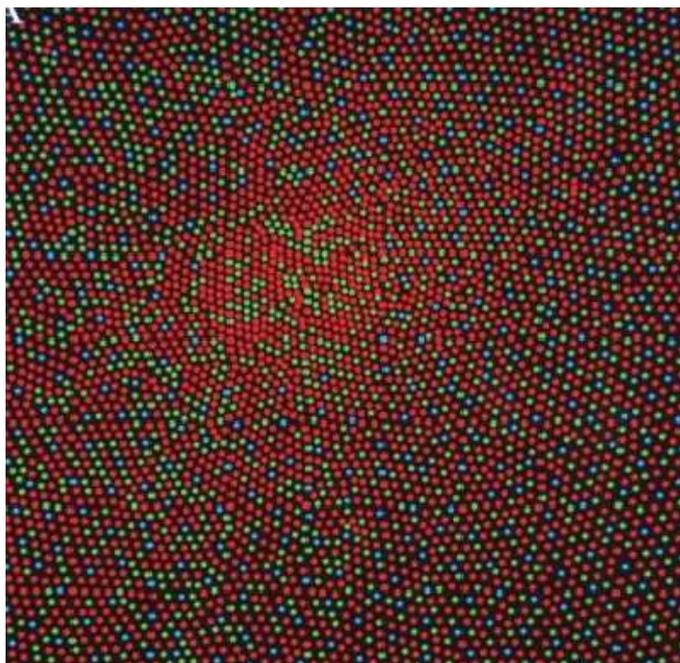


Рис. 4. Мозаичное строение колбочек в центральной ямке сетчатки.

Даже незначительное снижение остроты центрального зрения сразу же ощущаются больными. Характеризуя свое зрение, человек говорит об остроте именно центрального зрения. Острота центрального зрения служит основным показателем состояния зрительного анализатора. Исследование остроты зрения очень важно для суждения о состоянии зрительного аппарата человека, о динамике патологического процесса. Чем мельче детали может воспринять глаз, тем выше острота его зрения (*visus*). Под остротой зрения принято понимать способность глаза воспринимать отдельно точки, расположенные друг от друга на минимальном расстоянии. Острота зрения измеряется минимальным углом, под которым глаз способен отдельно различить две светящиеся точки, еще не слившиеся в одну. Измерение остроты зрения

является важной частью стандартного офтальмологического обследования и составным элементом клинических и научных исследований для оценки глазной патологии, начиная от постановки диагноза и заканчивая мониторингом показателей после хирургических вмешательств. Также данные остроты зрения необходимы при оценке прогрессирования офтальмологических заболеваний; определении возможности управлять транспортными средствами и при выборе определенных профессий.

Глаз только в том случае видит отдельно две точки, если их изображение на сетчатке не менее дуги в $1'$, т.е. угол, который образуется лучами, исходящими из этих точек, должен быть не менее $1'$. В 1674 г. Гук (рис.5) с помощью телескопа установил, что минимальное расстояние между звездами, доступное для их отдельного восприятия невооруженным глазом, равно 1 угловой минуте.



Рис. 5. Роберт Гук.

Зрительный угол образуется двумя лучами, исходящими из двух светящихся точек, или двумя лучами, отраженными от крайних точек (определяющих контур) предмета или знака, которые направляются через

узловую точку оптической системы глаза к рецепторам сетчатой оболочки. Узловой точкой называется точка оптической системы, через которую лучи проходят, не преломляясь. Узловая точка глаза находится у заднего полюса хрусталика.

Угол, образованный крайними точками рассматриваемого объекта и узловой точкой глаза, называется углом зрения (рис.6).

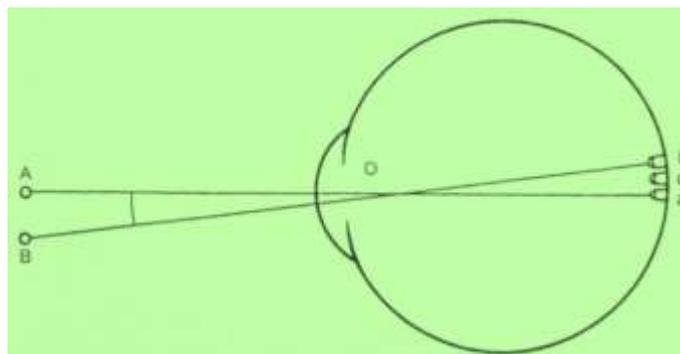


Рис. 6. Угол зрения.

С учетом размеров глазного яблока и диаметра колбочки 0,004 мм минимальные углы aOb и AOB равны γ . Этот угол, позволяющий видеть две точки отдельно, в физиологической оптике называется углом зрения, иными словами, это угол, образованный точками рассматриваемого объекта (А и В) и узловой (О) точкой глаза. Взаимосвязь между величиной рассматриваемого объекта и удаленностью его от глаза характеризует угол, под которым виден объект (рис.7).

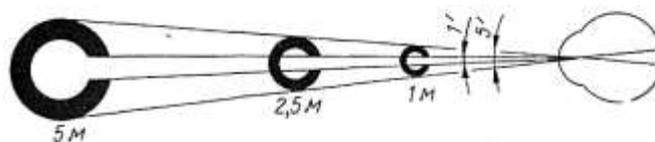


Рис. 7. Предмет и его детали различной величины и удаленности от глаза образуют на сетчатке равные изображения, если они видны под одним углом зрения

Для раздельного восприятия двух точек глазом, оптически правильно устроенным, необходимо чтобы на сетчатке между изображениями этих точек существовал промежуток не менее чем в одну колбочку, которая не

раздражается совсем и находится в покое. Если же изображения точек упадут на смежные колбочки, то эти изображения сольются и раздельного восприятия не получится.

Острота зрения обратно пропорциональна углу зрения: чем меньше угол зрения, тем выше острота зрения. Минимальный угол зрения, позволяющий раздельно воспринимать две точки, характеризует остроту зрения исследуемого глаза.

По известному закону физиологии, два раздельных ощущения получают только тогда, когда два раздражения падают на концевые аппараты анализатора, разделенные по крайней мере одним нераздраженным рецептором (рис.8).

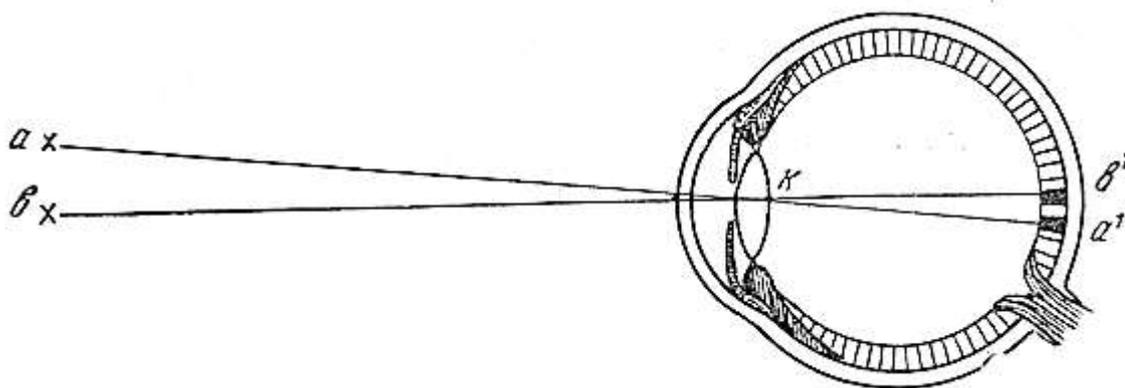


Рис. 8. Минимальный угол зрения.

Острота зрения зависит от состояния преломляющих сред глаза, размера и плотности колбочковых элементов в центральной ямке желтого пятна, состояния проводящих путей, подкорковых и корковых зрительных анализаторов их ассоциативных связей с другими анализаторами, психоэмоционального состояния, уровня освещенности, функционирования глазодвигательной системы (нистагм), а также от вида и степени клинической рефракции. Импульс от каждой колбочки центральной ямки проходит по отдельным нервным волокнам через все отделы зрительного пути, что обеспечивает четкое восприятие каждой точки и мелких деталей предмета.

Много раз различные исследователи делали попытку установить определенную зависимость между восприятием двух точек, или разрешающей силой глаза, с одной стороны, и мозаиковой колбочковой структурой в области желтого пятна – с другой.

По данным разных авторов цифры диаметра тела колбочек колеблются между 0,002-0,0045 мм.

При угле зрения в 1' размеры изображения на сетчатке будут равняться 0,0045 мм.

Такая величина изображения, считая диаметр тела колбочки 0,002-0,003 мм, позволила предположить, что раздельное восприятие двух точек возможно только в том случае, если между двумя возбужденными колбочками будет лежать одна колбочка, не возбужденная, как бы изолирующая первые две. Возбуждению могут подвергаться и две соседние колбочки и даже одна колбочка. Понятно, что в этих последних случаях раздельного восприятия точек не будет: они сольются в одну точку или линию.

Этим как будто достаточно обоснованным данным о раздельном восприятии двух светящихся точек противоречит, однако, факт невозможности получения на сетчатке строго точечного изображения. Из-за явлений абберации и особенно диффракции изображение точки на сетчатке выглядит, как пятно, как диск с диффракционными кругами (рис. 9), не только перекрывающий диаметр одной колбочки, но даже захватывающий область 4-6 колбочек.

Само собой разумеется, распределение света, а, следовательно, и степень возбуждения в области этих 5-6 колбочек будет неодинакова. Распределение на сетчатковом изображении максимума яркости двух светящихся точек, снижение этой яркости, зоны суммирования пониженной яркости от одной и другой точки представлены на рис.10.

Только в случае подпороговости зон суммирования могут не возбуждаться те элементы, на которые зоны суммирования приходятся.

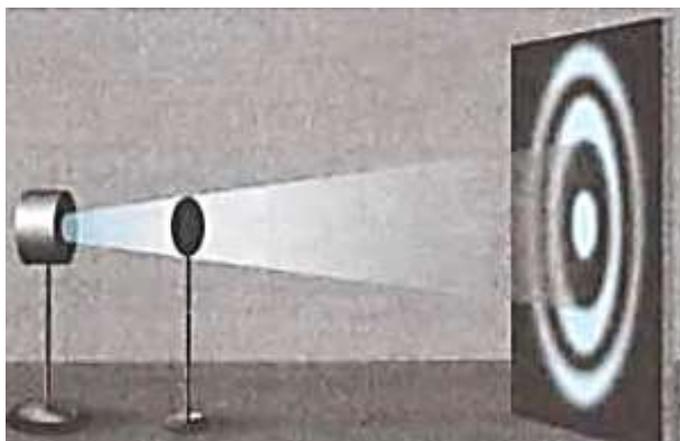


Рис. 9. Дифракционные кольца при прохождении света через небольшое отверстие.

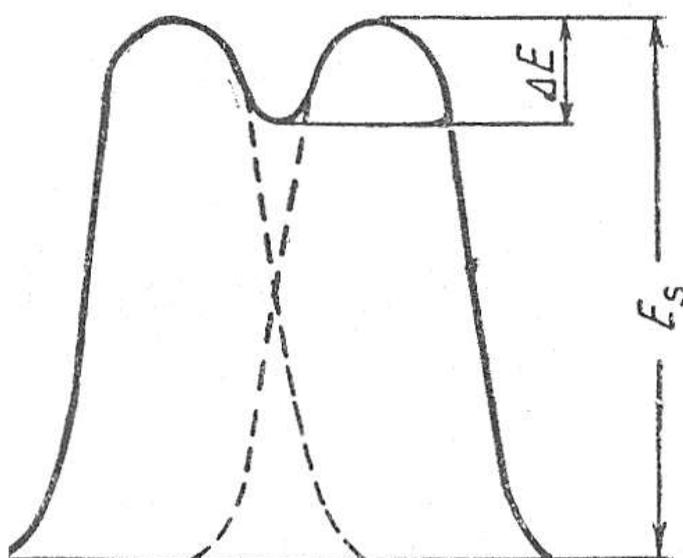


Рис. 10. Распределение на сетчатке яркостей в изображении двух светящихся точек.

Имеется достаточно данных, подтверждающих, что уже при количественном отличии яркости зон суммации от максимумов яркости в 25% возможно раздельное восприятие двух точек. Для линии эти количественные различия и того меньше.

В последнее время утверждается точка зрения, что для разрешающей силы глаза имеет значение не столько разница в распределении яркостей на сетчатковом изображении, сколько фотометрический контраст с общим фоном и, возможно, большая четкость изображения. Следовательно, разрешающая сила глаза с характеризующим ее углом зрения является

выражением не столько анатомического строения сетчатки, сколько выражением строения оптической системы глаза, обуславливающей явления абберации и диффракции.

На сетчатке никогда не получается такое же четкое изображение предметов, какое можно получить в хорошем фотоаппарате. Зависит это от особенностей оптической системы глаза, с одной стороны, и от явлений иррадиации, то есть физиологического распространения возбуждения по площади сетчатки (площади светочувствительного аппарата) – с другой.

Чтобы получить возможно более четкое изображение предмета на сетчатке, достигнуть наиболее высокой остроты зрения, необходимо наличие целого ряда благоприятных условий, в которых происходит зрительное восприятие. Наиболее важные условия, определяющие остроту зрения, следующие: а) интенсивность освещения; б) монохроматичность светового пучка; в) ширина зрачка; г) возраст человека; д) побочные раздражения; е) состояние двигательного аппарата глаза.

Острота зрения (*visus*) – составная часть более широкого понятия «разрешающая способность глаза», поэтому оценивать зрительные функции только по остроте зрения, как это нередко делают, неправомерно. Однако острота зрения является одним из основных критериев оценки способности к зрительному анализу форм, размеров, структуры и ориентации объектов в пространстве, а визометрия входит в число обязательных исследований органа зрения.

Первой ступенью в формировании благоприятных условий для такого анализа служит оптическая система глаза. Она регулирует распределение световой энергии в сфере изображений на сетчатке соответственно таковому в сфере объектов. Особенность изображения заключается в том, что даже в случае идеальной фокусировки точечного источника световая энергия, концентрируясь в центре (по ходу главного луча), слегка рассеивается по окружности (рис.11). При расфокусировке это рассеивание усиливается.

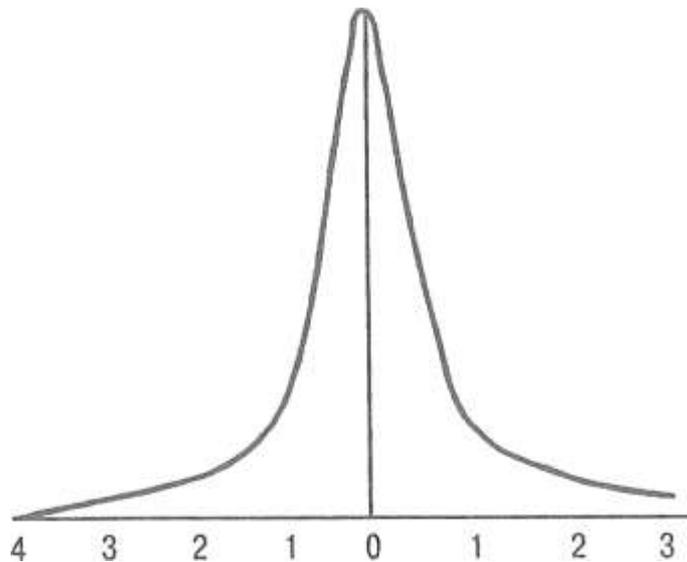


Рис. 11. Ретинальное расстояние в дугových минутах

Следует заметить, что линейное расстояние, равное на сетчатке эмметропического глаза 1 мм, соответствует угловому отклонению луча около $3,5^\circ$. На распределение световой энергии по сетчатке оказывают влияние следующие оптические факторы.

Дифракция. При очень узком зрачке (менее 2 мм) благодаря волновой природе света его распределение в изображении точечного объекта на сетчатке даже в полностью сфокусированной системе окажется иным. Кривая по форме будет напоминать фигуру колокола, окаймленную дополнительной волной светорассеяния.

Аберрации. Смещение фокусов лучей, проходящих через периферические отделы роговицы и хрусталика, из-за перепадов в преломляющей силе этих отделов (относительно центральной области) называется сферической аберрацией. При этом на распределении световой энергии в сетчатке неблагоприятно сказывается не только многофокальность, но и геометрические аберрации сферическая, астигматизм).

Рассеивание света. Микроструктура оптических сред глаза такова, что часть света рассеивается в них. С возрастом выраженность этого феномена возрастает, и он может послужить причиной ослепления от ярких засветов глаза.

Абсорбция. Часть световой энергии поглощается уже при прохождении лучей через оптические среды: чем меньше длина волны излучения, тем меньшая его доля достигает сетчатки.

Фокусировка. Механизм аккомодации в определенной мере способствует уменьшению кругов светорассеяния вследствие фокусировки изображения на сетчатке. Однако в случае отсутствия в поле зрения остро очерченных мишеней этот фактор может и не сработать.

Второй ступенью, способствующей зрительному восприятию мельчайшей структуры окружающего пространства возможно благодаря гексагональному строению ретинальных рецептивных полей. В зоне фовеолы, где колбочки тесно прилежат одна к другой, образуется неразбиваемая матрица из семи элементов (1 – в центре и 6 – по окружности). Угловой размер такой минимальной распознающей ячейки не выходит за пределы $1'$, поэтому если изображение простого объекта занимает большее пространство (размещается как минимум на двух гексагональных элементах дискретизации), то можно различить его детали. S. Polyak (1941) полагал, что для человеческого глаза предельной возможностью раздельного видения объектов является расположение их один от другого на расстоянии менее $0,5'$ по дуге. В зависимости от эксцентриситета фоторецепторы связаны с соответствующим количеством биполярных клеток с дальнейшей конвергенцией контактов на ганглиозные клетки сетчатки. Таким образом, образуется множество рецептивных полей, частично перекрывающихся друг друга. Диаметр каждого такого поля у млекопитающих составляет в среднем около 1 мм. К периферии глазного дна размеры этих полей увеличиваются; в направлении фовеолы – уменьшаются, достигая 0,01 мм.

Согласно концепции Н. Hartline (1940), так начинается сложный путь передачи в мозг информации об основных качествах видимого объекта, в частности его форме. На этой, третьей, ступени зрительного опознания важную роль играет система фильтров различной пространственной частоты,

ориентации, формы. Они функционируют на уровне ганглиозных клеток сетчатки, наружных колленчатых тел и в зрительной коре.

Пространственная дифференциация находится в тесной зависимости от световой. Нейрофизиологические механизмы, включающие способность к пространственной суммации и латеральному торможению, позволяют проводить сравнительную оценку количества света, падающего на какой-либо участок сетчатки, при равномерной средней освещенности ее. Этим определяется константность восприятия белого как белого, а черного как черного, независимо от освещенности. Эти же механизмы позволяют видеть раздельно два близко лежащих малых стимула, если между ними имеется достаточно глубокая темновая «впадина». На остроту зрения, кроме функции светоощущения, влияют уровень адаптации и экспозиция объекта. Качество разрешения зависит и от сложности объекта.

Качество разрешения зависит и от сложности объекта. В экспериментах установлено, что для узнавания лица человека требуется участие не менее 5 описанных выше элементов дискретизации рецептивных полей, что соответствует разрешающему углу зрения в 5'. Лимитирующим фактором является необходимость учитывать особенности строения глаз человека, в том числе расстояние между зрачками. При наблюдении с расстояния 30-35 м оно составляет в изображении на сетчатке 6'. Еще сложнее оценить выражение лица: для этого необходимо как минимум 8-9 гексагональных элементов дискретизации. Матрицы с таким радиусом расценены авторами как оптимальные для распознавания сложных объектов. Они позволяют при минимальной нейронной организации видеть максимально удаленный стимул.

Казалось бы, большой диаметр ретинальных рецепторов должен создавать ограничения для целостного восприятия протяженных объектов. Однако мозаичное расположение рецепторов в сетчатке и наличие нервных механизмов их взаимодействия не только предотвращают восприятие фактической прерывистости изображения, но и создают предпосылки к так называемой гиперостроте зрения.

Мерой остроты зрения служит тот минимальный зрительный угол (в секундах, минутах, градусах), которым в зависимости от задачи исследования удается оценить еще различаемые глазом пространственные величины. Чем дальше от глаза расположена эта пороговая для различения величина, тем меньше угол, под которым она видна. На практике для характеристики чувствительности соответствующих рецепторов чаще используют систему относительных показателей, обратных пороговым. Кроме того, учитывая возрастные нормы, результаты исследования остроты зрения иногда оценивают в процентах сохранности этой функции.

Ступени форменного зрения. Нередко стимулом для фиксации взора на каком-либо объекте оказывается его внезапное появление в поле зрения или его продолжающееся движение. Таким образом, сигнал с периферии сетчатки, который подают палочковые рецепторы, заставляет повернуть глаз в нужном направлении и при включении колбочкового аппарата оценить предмет.

В этом едином процессе можно выделить три ступени зрительного анализа структуры, ориентации и формы предметов:

- 1) способность заметить присутствие объекта (*minimum visible*);
- 2) способность разглядеть структуру объекта в деталях (*minimum separable* или *minimum resolvable*);
- 3) способность опознать, идентифицировать зрительный образ в соответствии с ранее известными представлениями об объектах внешнего мира (*minimum cognoscible*).

На третьей ступени также анализируется относительное взаиморасположение видимых образов (*spatial minimum discriminable*) и оценивается их форма по контуру (*minimum deformable*).

Minimum visible – способность заметить стимул минимального размера, нарушивший непрерывность обозримого гомогенного пространства, характеризует абсолютный порог форменного зрения. Давно известно, что линейные предметы легче заметить, чем точечные. Так, черный волос толщиной 0,12 мм можно увидеть на белом фоне с расстояния до 12 м, т.е. при

зрительном угле $2''$, но если на листе белой бумаги изобразить точку сходного диаметра ($0,1$ мм), то она будет заметна только с $0,6$ м, при этом пороговый зрительный угол увеличится до $16''$. Если рядом с первой точкой поместить еще несколько таких же точек с интервалом $0,1$ мм, то с прежнего расстояния уже не удастся различить промежутки между ними. Для того чтобы увидеть отдельно каждую из этих точек, нужно поднести лист бумаги еще ближе к глазу (до $0,16$ м), при этом пороговый зрительный угол увеличивается до $1'$, но это уже следующая ступень форменного зрения – собственно острота зрения (*minimum separable*).

Парадоксальная способность замечать протяженный объект, толщина которого меньше разрешающей способности колбочковых рецепторов, объясняется следующим образом (рис.12).

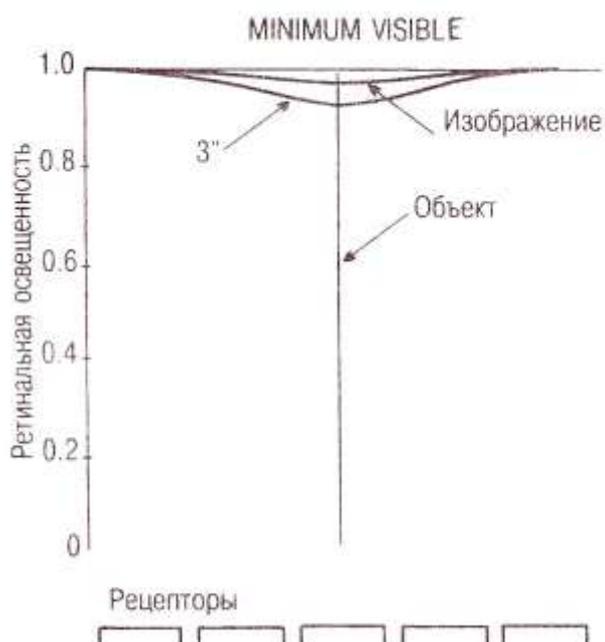


Рис. 12. Схема, поясняющая преимущества яркостных характеристик объекта ($1''$) перед пространственными в происхождении *minimum visible*.

Тончайшая линия шириной $1''$ по дуге, спроецированная оптической системой глаза на равномерно освещенной сетчатке, может стать видимой, поскольку благодаря расфокусировке ее изображение достигает значительной ширины. Однако еще важнее контрастность. Линия, оставаясь инвариантной

по форме, будет заметна только в том случае, если яркостные различия (ΔI) между ее изображением и адаптационным фоновым освещением сетчатки (I) достигнут пороговой для восприятия контраста величины ($\Delta I/I$). Таким образом, *minimum visibile* представляет собой скорее яркостный, чем пространственный порог, поэтому используется при исследовании контрастной чувствительности и поля зрения.

Minimum separable – способность разглядеть структуру объекта или собственно острота зрения. При оценке остроты зрения за единицу измерения принимают минимальный зрительный угол, характеризующий не размеры всего видимого объекта, а размер самых малых промежутков, которые еще обеспечивают раздельное видение с данного расстояния близко расположенных одна к другой мелких деталей объекта или соседних точек.

Для наблюдателя без патологии зрения в условиях наилучшей фокусировки минимальный угол разрешения находится в пределах от 30" до 1'. Полагают, что усилению этой функции препятствуют, с одной стороны, ограниченные возможности оптики, с другой – нейрональная организация сетчатки в макулярной области глаза человека.

Первыми простейшими оптотипами для определения *minimum separable* были полосчатые знаки, состоявшие из чередующихся черных и белых линий.

Предложенный Снелленом еще в 1862 г. и усовершенствованный Пфлюгером трехзубчатый оптотип (по типу буквы E) находит применение и в настоящее время, особенно в детской практике (рис.13).

Однако наиболее удачным и признанным во всем мире оказался оптотип, предложенный Ландольтом. Этот оптотип в виде разорванного на одном из участков кольца имеется и в отечественных конструкциях таблицы Сивцева (рис.14).

В 1909 г. на Интернациональном конгрессе офтальмологов в Неаполе угол зрения 1' был окончательно утвержден в качестве международного эталона нормальной остроты зрения. Однако измерять остроту зрения удобнее не в угловых, а в относительных величинах.

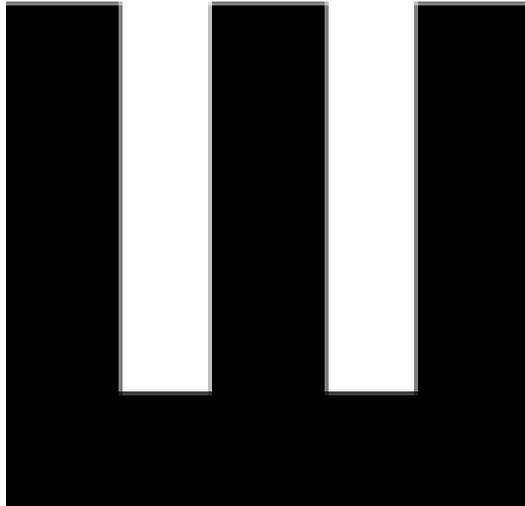


Рис. 13. Трехзубчатый оптотип.

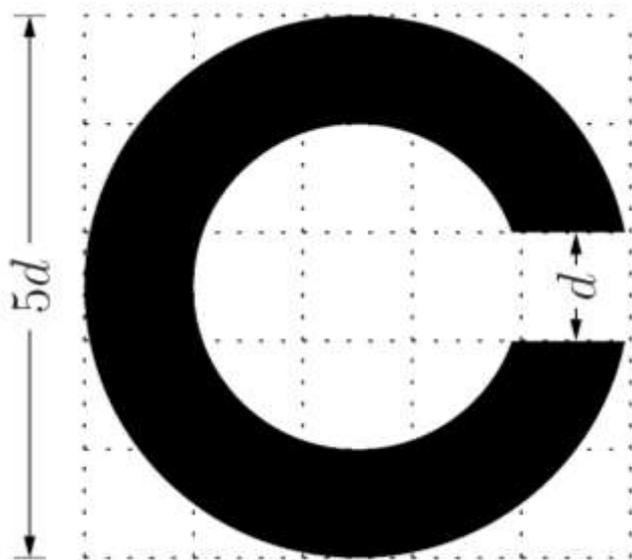


Рис. 14. Кольцо Ландольта.

За нормальную остроту зрения, равную единице ($\text{visus} = 1,0$), принята обратная величина угла зрения. Если этот угол будет больше (например, $5'$), то острота зрения уменьшается ($1/5 = 0,2$), а если он меньше (например, $0,5'$), то острота зрения увеличивается вдвое ($\text{visus} = 2,0$) и т.д. Острота зрения $1,0$ не предел, а скорее характеризует нижнюю границу нормы. Встречаются люди с остротой зрения $1,5$; $2,0$; $3,0$ и более единиц. Существуют народности и племена, у которых острота зрения достигает 6 и более единиц. Описаны

случаи, когда острота зрения равнялась 8 единицам. Есть сообщение о человеке, который мог считать спутники Юпитера. Это соответствовало углу зрения в 1 с, т. е. остроте зрения, равной 60 единицам. Высокая острота зрения чаще обнаруживается у жителей равнинных, степных районов. Около 15% детей уже в дошкольном возрасте имеют остроту зрения, равную полутора – двум единицам (1,5-2,0).

Minimum cognoscible – способность опознать зрительный образ, оценив, в частности, его пространственную локализацию. Включающаяся при этом сверхвысокая острота зрения (*hyperacuity*) характеризует *minimum deformable*. Зрительные образы, как простые, так и сложные, опознаются благодаря не только непосредственному восприятию, но и зрительной памяти человека, а также его умственному развитию. При исследовании этой интегральной функции обязательно используют психофизические методы.

Буквенные и цифровые оптоотипы относятся к достаточно сложным и не самым точным тестам, хотя они и получили широкое распространение во всем мире, так как удобны для контакта с пациентом и дают возможность объективизировать правильность ответов. На результаты исследования влияет также количество одновременно предъявляемых тест-объектов.

В исследованиях было установлено, что первопричина зрительных нарушений лежит в усилении «паразитного» светорассеяния в средах глаза (особенно на участках, на которых нарушена прозрачность роговицы или хрусталика). Вследствие этого в присутствии слепящего источника света уменьшается контрастность ретинального изображения в сравнении с реальным, в результате чего снижается острота зрения.

Иную природу имеют «временное ослепление», связанное с обесцвечиванием зрительных пигментов под действием сверх ярких источников света, в частности светового излучения при ядерном взрыве, и снижение зрения при нарушении темновой адаптации.

Исторические аспекты исследования остроты зрения.

Практическая потребность в оценке остроты зрения, интуитивно понимаемой как способность видеть мелкие предметы, различать их детали и узнавать, возникла задолго до появления возможности проведения теоретического анализа зрительного восприятия. Уже в далекой древности качество зрения оценивали, например, при наборе воинов-стрелков или учеников для овладения ювелирным мастерством. Примечательно, что уже на этапе такой «прагматической оптометрии» осознавалась необходимость использования эталонов – неизменных тестовых объектов, сравнение восприятия которых разными людьми позволяет судить о качестве их зрения.

Хрестоматийным примером является так называемый «арабский тест» – проверка зрения по возможности хорошо видеть двойные звезды на ночном небе. При этом чаще всего упоминают очень близкие звезды Мицар и Алькор в «ковше» Большой Медведицы: в древности зрение человека считалось хорошим, если рядом с яркой звездой Мицар он мог видеть существенно более слабо светящийся Алькор, находящийся на расстоянии около 12 угловых минут от нее. Современные астрономы при наблюдении в телескоп различают в этом участке неба не две звезды, а систему из шести звезд, причём Мицар и Алькор сами являются двойными звёздами. В 1623 году Daza de Valdes предложил измерять расстояние, с которого пациент мог пересчитать ряд из горчичных семян.

До середины XIX века состояние зрения у пациентов в историях болезней описывали только в общем виде: нормальное зрение, зрение испортилось, зрение улучшилось, зрение ослабло.

С появлением средств оптической коррекции при подборе очков остроту зрения стали оценивать при помощи фрагментов печатного текста со шрифтами разного размера, скомпонованных в виде таблиц. Позднее, с середины XIX века, вместо сильно различавшихся типографских шрифтов, в таблицах стали использовать специальные тестовые знаки, что позволило приблизиться к стандартизации измерений.

Стандартизация необходима как для обеспечения однозначной трактовки данных о происходящих изменениях при длительном наблюдении пациента в одном и том же учреждении, так и для объективного сравнения динамики и результативности лечения различными методами и средствами в разных клиниках.

Стандартизация позволяет:

1. сравнивать результаты текущего обследования с предыдущим;
2. сравнивать между собой результаты, полученные разными исследователями в разных клиниках;
3. единообразно оценивать результаты лечения;
4. оценивать изменения остроты зрения с течением времени в динамике (например, измерять остроту зрения в различные сроки после операции и выявлять соответствующие закономерности).

Одна из главных трудностей внедрения стандартов в визометрию – необходимость «многомерной» стандартизации. Для утверждения стандартной процедуры измерения остроты зрения необходимо выбрать:

- оптимальные тестовые изображения – опто типы;
- наилучшие современные средства их предъявления;
- рациональные и достаточно легко реализуемые условия проведения и завершения процедуры измерения;
- удобные способы регистрации ответов испытуемых;
- адекватные единицы для представления и интерпретации полученных данных.

Физические факторы и параметры таблиц (форма и контраст опто типов, межзнаковые расстояния, характер освещения таблицы); особенности проведения процедуры (дистанция наблюдения, монокулярное или бинокулярное измерение, степень понимания испытуемым задания, ознакомление с процедурой обследования, использование или отсутствие указки, правила завершения проверки остроты зрения); состояние пациента (возраст, показатели рефракции, степень прозрачности глазных сред, величина

зрачка, уровень утомления) могут оказывать влияние на финальный результат оценки остроты зрения. В таблицах для измерения остроты зрения принято располагать знаки на расстоянии друг от друга не меньше размера самого знака, чтобы на распознавание стимулов не влияли соседние стимулы.

На протяжении длительного времени стандарты проверки остроты зрения в нашей стране не пересматривались. Первые таблицы на русском языке были опубликованы в 1882 году Адрианом Александровичем Крюковым (рис.15).



Рис. 15. Адриан Александрович Крюков.

Советский офтальмолог Дмитрий Александрович Сивцев разработал таблицу для измерения остроты зрения еще в 1925 году. Исторически использовались таблицы Сивцева и Головина (национальный вариант таблицы Снеллена), изданные в 1928 году в СССР. В таблице Сивцева содержатся 12 строк прописных букв и используются 7 букв русского алфавита: Ш, Б, М, Н, К, Ы, И. В таблице Головина содержатся 12 строк колец Ландольта (с четырьмя вариантами локализации разрыва: вверху, внизу, справа и слева). Обе таблицы сделаны в равномерном дизайне, шаг от строки к строке выбран

по десятичной шкале (от 0,1 до 1,0 шаг между строками – 0,1, затем идут строки со значениями 1,5 и 2,0), в строках имеется разное количество букв. Для детей чаще всего используется похожая по структуре таблица Орловой с картинками. Позднее стали использоваться автоматизированные системы с цифровыми, буквенными опто типами и кольцами Ландольта, также основанные на десятичной шкале.

Период от середины XIX века (50-е годы) называют «золотым веком офтальмологии»: именно в это время Гельмгольц, Грефе, Боумен и Дондерс активно разрабатывали новые, революционные методы подробной оценки зрительных функций.

Методы исследования остроты зрения (визометрия)

Скрининговые (ориентировочные) тесты. Маленькому ребенку показывают две карты: одну со структурированным изображением, другую с гомогенным серым полем. Предпочтительное внимание к первой свидетельствует о наличии форменного зрения.

Объективные методы определения остроты зрения основаны на появлении непроизвольного оптокинетического нистагма при рассматривании движущихся объектов. В окне нистагмоаппарата движется таблица, состоящая из чередующихся черных и белых полос или квадратов разной величины, угловые размеры которых известны (рис.16).



Рис. 16. Исследование непроизвольного оптокинетического нистагма

Острота зрения определяется по наименьшей величине движущихся объектов, вызывающих нистагмоидные движения глаза. Появление и исчезновение нистагма определяют с помощью роговичного микроскопа или путем записи на электрокардиографе биопотенциалов глазодвигательных мышц.

Этот метод не нашел широкого применения в клинике и используется при проведении экспертизы и обследовании маленьких детей, когда субъективные методы определения остроты зрения недостаточно надежны.

С развитием лазерной техники появилась возможность определять ретиальную остроту зрения (РОЗ) без влияния помутнения прозрачных сред глаза на результаты исследования, что имеет большое значение для прогноза оптического эффекта хирургического лечения. Пациенту с помутнением оптических сред через две линейные диафрагмы, установленные перед зрачком, в глаз направляют малоинтенсивное излучение гелий-неонового лазера (рис.17).

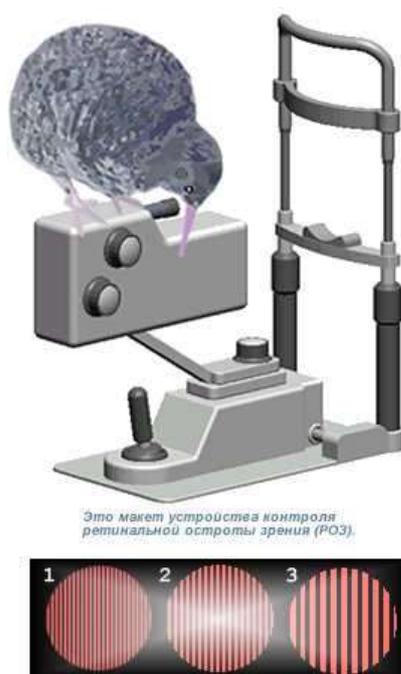


Рис. 17. Прибор для исследования ретиальной остроты зрения.

Исследуемый видит интерференционную картину – чередование светлых и темных полос, ширину которых можно дозированно изменять. Наименьшая ширина интерференционных полос, различаемых исследуемым, определяет РОЗ, а ее значение в единицах измерения остроты зрения вынесена на шкалу прибора. По минимальной еще различаемой ширине полос судят о потенциально возможной после устранения помутнений остроте зрения.

Еще более простыми и надежными методами оценки форменного зрения (после устранения помутнений сред) являются тест Примроза (рис.18) и аутоофтальмоскопия по Пуркинью. Первый выполняют с помощью палочки Меддокса, формирующей на глазном дне из света, направленного через нее в зрачок, прерывистую светящуюся полосу, направление которой и должен определить обследуемый.



Рис. 18. Тест Примроза.

При использовании второго метода цель больного – уловить картинку теней от мельчайших извилистых сосудов, подходящих к макуле со всех сторон в виде веточек, сеточки, крошек, шагрени, при определенных условиях просвечивания глазного яблока (через верхнее или нижнее веко прикрытого глаза, рис.19).

Источник света (например, склеральную лампу) помещают позади цилиарного тела и смещают из стороны в сторону.

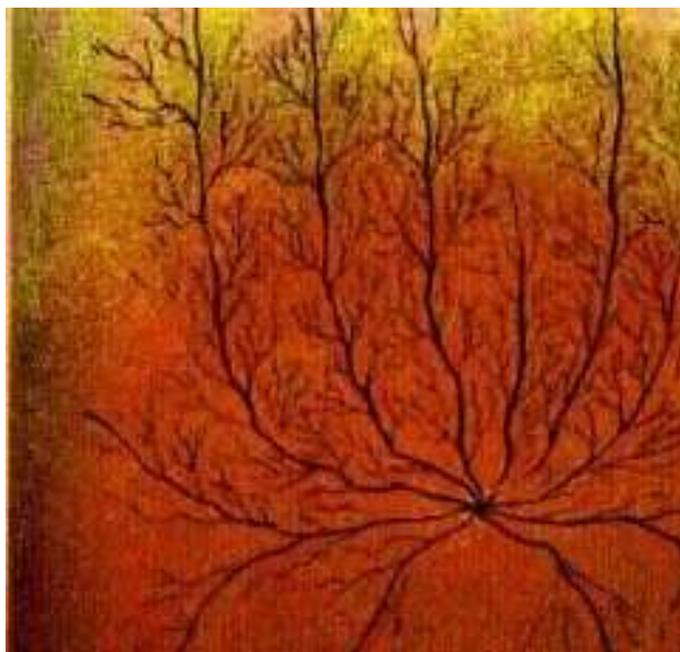


Рис. 19. Аутоофтальмоскопия.

При остроте зрения, не позволяющей видеть самые крупные знаки обычных таблиц, прибегают к показу одиночных знаков в виде полосчатых черных тестов Тибодэ-Поляка (на белом фоне) (рис.20) или пальцев врача на темном фоне (рис.21).

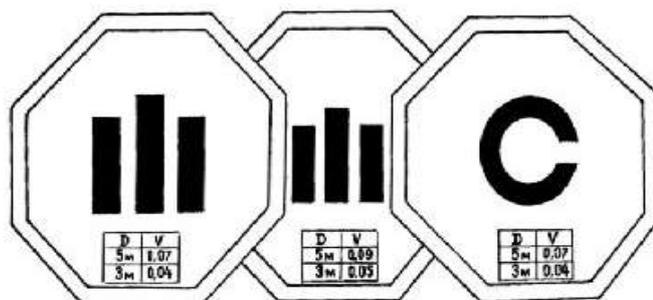


Рис. 20. Тесты Тибодэ-Поляка.

Данные оптоотипы специально созданы для военно-врачебной и медико-социальной экспертизы, проводимой при определении годности к военной службе или группы инвалидности.

Учитывают максимальное расстояние, с которого пациенту удастся определить количество показываемых пальцев.



Рис. 21. Исследование остроты зрения ниже 0,1.

Если это расстояние равно 0,5 м, то остроту зрения обозначают как 0,01, если 1 м – 0,02, если 1,5 м – 0,03 и т.д. Если острота зрения ниже 0,01, но обследуемый считает пальцы на расстоянии 10 см (или 20, 30 см), тогда острота зрения равна счету пальцев на расстоянии 10 см (или 20, 30 см). Больной может быть не способен считать пальцы, но определяет движение руки у лица, это считается следующей градацией остроты зрения.

В том случае если обследуемый не может правильно сосчитать показываемые пальцы, находящиеся у самого лица, выясняют, удастся ли ему определить направление перемещаемого перед глазом предмета (видение движения), например, руки врача. При положительном результате остроту зрения обозначают как 0,001. Если при мутных средах такой пациент с расстояния 60 см от глаза сможет увидеть два световых пятна от фонариков, находящихся на расстоянии 12 см один от другого, можно предположить, что у него сохранена функция макулы.

В тех случаях, когда предметы неразличимы, необходимо проверить, сохранилось ли в глазу светоощущение. Определение светоощущения проводят с помощью офтальмоскопа. Лампу устанавливают слева и сзади от больного и ее свет с помощью вогнутого зеркала направляют на исследуемый глаз с разных сторон. «Зайчик» от офтальмоскопа периодически направляют в глаз больного и следят за его ответами. Исследуют прямую и

содружественную реакции на свет, выясняют правильность светопроекции (предлагают пальцем показать на перемещаемый источник света, рис.22).



Рис. 22. Исследование светоощущения.

Если обследуемый видит свет и правильно определяет его направление, то остроту зрения оценивают равной светоощущению с правильной светопроекцией и обозначают $visus = 1/\infty proectio lucis certa$, или сокращенно $1/\infty p.l.c.$

Правильная проекция света свидетельствует о нормальной функции периферических отделов сетчатки и является важным критерием при определении показания к операции при помутнении оптических сред глаза. Если, например, при помутнении роговицы и хрусталика зрение равно правильному светоощущению, это указывает, что сохранены функции зрительного аппарата и можно рассчитывать на успех операции.

Если глаз обследуемого неправильно определяет проекцию света хотя бы с одной стороны, то такую остроту зрения оценивают, как светоощущение с неправильной светопроекцией и обозначают $1/\infty p. l. incerta$.

Наконец, если исследуемый не ощущает даже света, то его острота зрения равна нулю ($visus = 0$).

Уточняющие тесты.

В физиологической оптике существуют понятия минимально видимого, различимого и узнаваемого. Обследуемый должен видеть оптотип, различать его детали, узнавать представляемый знак или букву. Опто типы можно проецировать на экран или дисплей компьютера.

Единообразие условий и методики исследования зрительных функций, и, прежде всего остроты зрения, необходимо для получения соизмеримых результатов. Если во время лечения периодически исследовать у больного остроту зрения каждый раз при разном освещении и при помощи разных таблиц, то будет невозможно составить правильное представление о динамике ее изменений и судить об эффективности лечения. Единообразие с целью соизмеримости весьма важно при экспертизе трудоспособности, освидетельствовании военнообязанных, профессиональном отборе и т.д.

Основы измерения остроты зрения были заложены в середине XIX в. Ф. Дондерсом. По его мнению, остроту зрения обследуемого человека нужно было сравнивать с условным стандартным глазом. Ученый предложил считать, что стандартный глаз должен обеспечивать возможность узнавания букв, высота которых соответствует 5 угловым минутам. В стандартизированных буквах толщина линий составляет одну минуту. Для количественной оценки зрения обследуемого пациента полагалось определять коэффициент увеличения линейных размеров букв (M – *magnification*), чтобы результаты узнавания букв пациентом соответствовали результатам стандартного глаза. Очевидно, что этот коэффициент можно вычислять не только по общему размеру букв, но и по толщине линий, т.к. она составляет определенную часть от ширины/высоты. При этом остроту зрения (V – визус) Дондерс предложил вычислять как величину, обратную M , т.е. $V = 1/M$. В ходе любых измерений остроты зрения фактически всегда определяется толщина линий в буквах или других опто типах на пределе разрешения, при которой обеспечивается заданная вероятность правильного узнавания. Эта величина, выражаемая в угловых минутах, называется минимальным углом разрешения

и обозначается 3 буквами – MAR (*Minimal Angle of Resolution*). Однако в качестве конечного результата оценки остроты зрения значение MAR приводится редко. В офтальмологической практике наиболее широкое употребление получили следующие способы представления результатов измерения остроты зрения:

- дробь Снеллена – отношение расстояния, при котором проводится измерение, к тому предельному расстоянию, при котором человек с условно нормальным зрением (или стандартный глаз Дондерса) еще может узнавать знаки, пороговые для испытуемого;

- десятичная дробь $1'/(MAR)$ – величина, равная отношению условно нормального «стандартного» порога ($1'$) к порогу, полученному при измерении (MAR), где MAR – *Minimum Angle of Resolution*, минимальный угол разрешения;

- LogMAR – десятичный логарифм минимального угла разрешения, точнее – логарифм отношения этого угла к стандартному порогу. LogMAR обозначает тип геометрической прогрессии, используемой для расчета остроты зрения.

Дробь Снеллена – это исторически первый вид представления остроты зрения, долгое время остававшийся повсеместно распространенным и общепринятым. В числителе этой дроби указывают расстояние (обычно в футах или метрах), при котором проводилось измерение (как правило, это 20 футов, или 6 м), а в знаменателе – то максимальное расстояние, с которого человек с условно нормальной остротой зрения мог бы различать опто типы, являющиеся пороговыми для обследуемого пациента. Таким образом, в этой системе условно нормальному зрению (с порогом в 1 угловую минуту) при расстоянии тестирования 20 футов (6 м) соответствует дробь 20/20 (6/6). Дробь Снеллена неудобна для табличного представления и количественного анализа больших массивов данных, но по традиции еще часто употребляется в Великобритании и ряде других стран. Кажущимся преимуществом дроби Снеллена является только то, что в числителе явно указывается расстояние до

тестовой таблицы или экрана, на котором предъявляются оптоотипы, но обычно это стандартное расстояние, поэтому повторение данной информации в каждом показателе остроты зрения не имеет большого смысла. Расстояние, стоящее в знаменателе дроби Снеллена, не определяется опытным путем (т.е. тестированием наблюдателя, чье зрение соответствует стандартному глазу), а вычисляется как расстояние, при котором угловые размеры пороговых для пациента тест-объектов будут соответствовать условной норме. При переводе дроби Снеллена в десятичную форму получается значение, точно соответствующее десятичной мере остроты зрения.

Десятичная (децимальная) мера остроты зрения, $VD = 1'/(MAR)$, широко используемая в настоящее время в России и многих других странах, согласуется с научными понятиями и отвечает практическим потребностям. Как по смыслу, так и в числовом выражении, эта мера фактически соответствует введенной Ф. Дондерсом величине $1/M$, основанной на отношении условно нормального порога для стандартного глаза и порога, полученного для обследуемого. Числовое соответствие $1'/(MAR) = 1/M$ обеспечивается тем, что толщина линий в стандартном оптоотипе (определяющая MAR) составляет постоянную долю от его размера ($1/5$ от его высоты). Десятичная мера остроты зрения удовлетворяет основным требованиям метрологии, предъявляемым к измерениям, соответствует интуитивному ранжированию остроты зрения как различительной способности (увеличение/уменьшение V означает улучшение/ухудшение различительной способности) и позволяет численно оценить степень отклонения от нормы в привычных терминах простого отношения к этой норме. Кроме того, десятичная мера VD прямо пропорциональна критической пространственной частоте F_c , которая лучше и нагляднее может характеризовать различительную способность зрительной системы и удобна как для анализа данных, так и для физиологических трактовок. F_c – это наивысшая частота решетки максимального контраста, которую пациент способен отличить от однородного поля той же средней светлоты (яркости).

Значение F_c определяется наименьшими (критическими) размерами элементов изображения, например, протяженностью разрыва в кольце Ландольта.

Понятие «характеристическая частота» (F_c) принято использовать при описании простых опто типов. Классическая процедура измерения F_c предполагает прямое предъявление обследуемому решеток варьируемой пространственной частоты, что достаточно просто реализуемо методами современной компьютерной графики. F_c как мера, с одной стороны, точно соответствует интуитивному представлению об остроте зрения как о способности различать тонкую структуру видимых объектов, а с другой стороны, – математически связана с десятичной мерой VD постоянным коэффициентом пропорциональности, т.е. эти меры фактически эквивалентны. Значение F_c вычисляют как число периодов решетки максимальной воспринимаемой частоты, приходящихся на один угловой градус (или $60'$), и выражают в циклах на градус (цикл/град). Очевидно, что период пороговой решетки должен быть равен $2MAR$ – содержать одну темную и одну светлую полосу порогового углового размера, равного MAR . Таким образом, получаем, что $F_c = 60' / 2(MAR) = 30' / (MAR)$, а поскольку $VD = 1' / (MAR)$, то $F_c = 30 VD$, и условно нормальной остроты зрения по десятичной шкале 1,0 соответствует $F_c = 30$ цикл/град. В общем виде соотношение между десятичной и логарифмической системами оценки остроты зрения и F_c было показано в работе Рожковой Г.И., Малых Т.Б. 2017 года. За основу взят признак, что фактически при всех измерениях определяется MAR .

Логарифмическая мера оценки остроты зрения

Идея выражать остроту зрения в единицах «LogMAR» возникла в процессе совершенствования таблиц для проверки остроты зрения. Разработчики исходили из желания разместить тестовые знаки на стандартной площади таблицы таким образом, чтобы охватить большой диапазон значений остроты зрения и обеспечить одинаково высокую точность измерений во всем

диапазоне. Это была прогрессивная идея, поскольку первая таблица Снеллена и многие последующие ее варианты имели недостатки. Они состояли из строк, в которых тестовые знаки соответствовали реперным уровням, равно отстоящим друг от друга в десятичных единицах, например, на 0,1: 0,1 – 0,2 – 0,3 - ...0,9 – 1,0, т.е. составляющим арифметическую прогрессию. Вследствие такой структуры получалось, что при переходе от 0,1 к 0,2 шаг был равен 100% от исходной величины, а при переходе от 0,9 к 1,0 – всего 11%. Это означало очень разную точность измерений остроты зрения в разных частях рабочего диапазона, поскольку обычная процедура оценки остроты зрения базируется на определении строки с наименьшими знаками, которую обследуемый прочитывает без ошибок, и, следовательно, точность зависит от различия соседних строк. Для устранения указанной неоднородности таблиц по точности измерений были предложены таблицы с пропорциональным дизайном, в которых переход от строки к строке соответствовал умножению размеров оптопов на одну и ту же величину, а реперные уровни составляли геометрическую прогрессию.

При разработке таблиц с пропорциональным дизайном возникла идея использовать логарифмическую шкалу, поскольку в такой шкале умножение на постоянную величину математически означает прибавление равных слагаемых. В связи с этой идеей для множителя геометрической прогрессии было выбрано значение 1,26, т.к. $\log_{10}1,26=0,1$, что удобно для расчетов и обозначения реперных уровней. Так появились таблицы с логарифмическими шкалами, логическим (хотя и не вполне корректным) дополнением которых стало указание значений остроты зрения в единицах «LogMAR» (таблицы ETDRS, Lea, Bailey-Lovie). В данных таблицах за строкой, соответствующей остроте зрения 0,5, идут строки 0,63; 0,8; 1,0; 1,26. Коэффициент 1,26 соответствует шагу 0,1 в величинах logMAR, т.е. те же значения при переводе в logMAR будут меняться с шагом 0,1 logMAR: 0,5 в десятичных единицах соответствует (+0,3) logMAR, 0,63 - (+0,2) logMAR, 0,8 - (+0,1) logMAR, 1,0 - 0 logMAR, 1,26 - (-0,1) logMAR.

Взяв за начало отсчета общепринятую условную норму остроты зрения, соответствующую $MAR=1'$, разработчики установили в логарифмической шкале нормативный уровень $Log1=0$ и получили возможность сопоставлять значения остроты зрения в других системах измерения с данной шкалой. Начиная с конца прошлого века, во многих учебных пособиях и руководствах приводятся таблицы пересчета значений остроты зрения из одной системы в другую (так называемые «таблицы конвертации», т.е. перевода показателей остроты зрения из одной системы измерения в другую). Таблица конвертации активно используется исследователями, как правило, для научных публикаций с демонстрацией показателей остроты зрения по системе LogMAR. Проще всего переводить значения из десятичных единиц в LogMAR и обратно, опираясь на то, что значение 1,0 в привычных десятичных единицах соответствует значению 0 LogMAR. Очевидно, что точность оценки остроты зрения определяется особенностями процедуры измерения порогового угла разрешения MAR и не связана с выбираемой системой вычисления значений остроты зрения на основании MAR, поскольку эти значения взаимно однозначно переводятся из одной системы в другую. Следует отметить, что система LogMAR имеет серьезные недостатки. Она не согласуется с метрологическим понятием измерения как такового. Классическое понимание термина «измерение» подразумевает получение числа, показывающего, во сколько раз измеренная величина больше некоторого эталона, или какую долю от него она составляет, если она меньше, чем эталон. В оптометрии эталон – это показатель, характеризующий нормальное функционирование зрительной системы. В настоящее время за эталон принята острота зрения человека, у которого $MAR = 1'$. В десятичной системе значению $MAR = 1'$ соответствует условно нормальная острота зрения $VD = 1.0$ (т.к. $1'/1'=1$), и не возникает никаких трудностей при необходимости сравнить получаемые в результате измерений показатели с этим эталоном. В то же время в шкале LogMAR эталонному зрению с $MAR = 1'$ соответствует значение $LogMAR = 0$, а поскольку деление

на 0 невозможно, в этой шкале нельзя установить аналогию с классической трактовкой результата измерения как числа, показывающего, во сколько раз измеренная величина больше эталона. Кроме того, в точке $MAR=1'$ функция LogMAR меняет знак, а эта точка находится внутри области наиболее часто встречающихся при измерениях значений, соответствующих диапазону физиологически нормальной и близкой к норме остроты зрения. Представляется более чем странным и неестественным, что из двух людей с немного различающейся, но нормальной остротой зрения, у одного она положительна, а у другого – отрицательна. Также знаки оценок ОЗ по шкале LogMAR не согласуются с интуитивными представлениями о хорошей (высокой) и плохой (низкой) остроте зрения: люди с лучшей остротой зрения получают отрицательные оценки, а люди с худшей – положительные, причем эти оценки тем выше, чем хуже острота зрения.

Как показывает опрос офтальмологов, адекватная трактовка оценок остроты зрения по шкале LogMAR, полученных для разных людей или для одного человека в разное время, невозможна без большой практики или без использования таблиц логарифмов. В отличие от этого, при использовании десятичной шкалы с этим нет никаких проблем. Следует заключить, что за редкими исключениями, инициаторы и сторонники использования логарифмической шкалы имели основной целью либо удобство ранжирования патологических изменений остроты зрения вследствие разных причин, либо проблемы стандартизации процедуры измерений и статистической обработки результатов, либо разработку оптимальной структуры таблиц, а вопрос о выборе единицы измерения остроты зрения считался как бы вторичным, автоматически увязанным с другими задачами. Однако эта связь не очевидна, и кроме того, получающие все большее распространение компьютерные методы оценки остроты зрения в принципе не являются табличными, что в корне меняет постановку вопросов о реперных уровнях и шаге изменений размеров опто типов в процессе измерения остроты зрения. Что касается

точности измерений остроты зрения, то она не связана с используемыми единицами.

Введение единообразия (стандартизация) предполагает использование всеми офтальмологами наиболее рациональных и практически доступных для широкого применения в настоящее время: 1) таблиц для определения остроты зрения; 2) освещения при исследовании; 3) методики определения остроты зрения по таблицам.

Таблицы для определения остроты зрения вдаль. Попытки выработать стандартную универсальную таблицу для определения остроты зрения делаются уже давно, но и до настоящего времени эту работу еще нельзя считать законченной.

Дизайн таблиц объединяет в себе общее распределение знаков по таблице, количество знаков в строке, расстояние между знаками и строками, шаги изменения размера знаков от строки к строке.

Самые распространенные виды дизайна таблиц – пропорциональный и равномерный. Первые таблицы в основном имели равномерный дизайн (*wide-spaced design*), при котором расстояние между знаками и строками не зависит от размера знака, так что все поле таблицы покрыто знаками равномерно. Чуть позже появились работы, свидетельствующие о том, что близкорасположенные знаки могут влиять друг на друга (краудинг-эффект, или взаимодействие контуров), и в связи с этим в разных работах обсуждался вопрос о необходимости эквивалентной плотности при всех размерах оптопов. Исходя из предположения, что зона проявления краудинг-эффекта пропорциональна размеру тестового знака, при пропорциональном дизайне (*proportional design*) расстояние между стимулами и строчками меняется пропорционально размеру стимула (т.е. с уменьшением оптопов расстояние между оптопами и строками тоже уменьшается). Считается, что при пропорциональном дизайне краудинг-эффект уравнен по всей таблице, что может быть преимуществом этого дизайна. Иногда встречается также линейный дизайн (*linear-spaced design*), при котором горизонтальные

расстояния между опто типами в строках пропорциональны их размерам, а вертикальные расстояния между строками подбираются под общий размер таблицы (т.е. никакими строгими правилами не регулируются), и создатели размещают в таблице столько строк, сколько считают нужным).

Независимо от дизайна в разных таблицах используется разный принцип изменения размера букв от строки к строке – шага. Шаг может соответствовать арифметической или геометрической прогрессии изменения значений остроты зрения (часто используется логарифмический шаг) или может быть подобран без конкретного правила (по усмотрению разработчиков таблицы).

Логарифмический шаг – изменение размера букв – не обязательно означает таблицу с logMAR-дизайном (*logMAR chart*), т.к. LogMAR-дизайн включает и шаг, и распределение опто типов по таблице.

Опто типами называются используемые для измерения остроты зрения тестовые изображения – буквы, цифры, картинки и специальные символы (кольца Ландольта, 3-полосные стимулы, знаки «Е» в четырех ориентациях, «tumbling-E» и др.), а также геометрические фигуры и паттерны, упрощенные и стилизованные силуэты предметов и животных. В разных исследованиях и работах применяют термины: «знаки», «символы», «стимулы», «паттерны». В основу создания опто типов положено международное соглашение о величине их деталей, различаемых под углом зрения 1', тогда как весь опто тип соответствует углу зрения 5'. В восприятие разных опто типов вовлекаются различные нейронные зрительные пути и подсистемы мозга и решаются разные зрительные задачи с привлечением различных ресурсов памяти. При помощи разных опто типов оцениваются различные зрительные способности.

Важным критерием достоверности и точности опто типа является необходимость обеспечить сходство их размытых фигур: когда опто типы видны нечетко, все символы одного размера должны иметь одинаковую форму размытого пятна. По этому параметру буквенные опто типы критикуются многими исследователями и не являются «идеальными» для оценки остроты

зрения. Сходство формы при размытии и одинаковую вероятность угадывания называют «одинаковой различимостью на пороге узнавания».

Впервые Снеллен (H. Snellen, рис.23) в 1862 г. в Париже на II Международном конгрессе офтальмологов предложил таблицы, в которых в качестве исходного было взято предположение о том, что обладающие нормальной остротой зрения люди могут различать ширину штрихов букв, цифр и других знаков, если они их видят под углом в 1 минуту (рис.24).



Рис. 23. Херманн Снеллен.

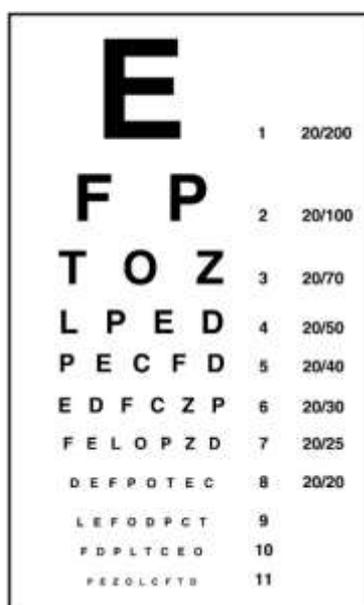


Рис. 24. Таблица Снеллена.

Ландольт (E. Landolt, рис.25) предложил использовать в качестве знака для определения остроты зрения кольца различной величины (рис.14).

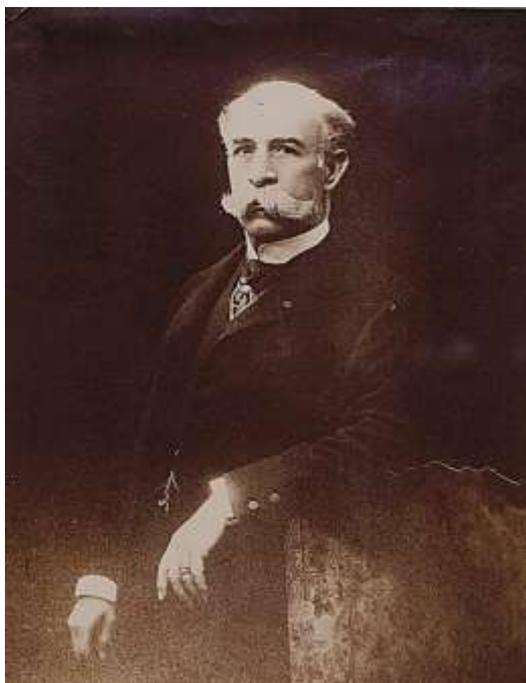


Рис. 25. Эдмунд Ландольт.

Толщина кольца, так же как величина разрыва, видна с соответствующих расстояний под углом в 1 минуте, а сами кольца под углом 5 минут. Толщина черной полосы, из которой образуется кольцо, выбрана с таким расчетом, чтобы она, как и разрыв в кольце (индекс), составляла 1' по дуге с расстояния, указанного на боковом поле таблицы. При этом внешний диаметр кольца (базис) с того же расстояния должен составлять 5', а внутренний – 3'.

«Исчезающие» оптоотипы. В работе 2019 года Грачевой М. А. с соавт. рассматривается перспективность использования исчезающих оптоотипов (*vanishing optotypes*). Обычные оптоотипы выглядят как знаки, начертанные черной линией на белом фоне; исчезающие оптоотипы выглядят как изображения, выполненные двойными или тройными линиями из черных и белых полос на сером фоне. При расфокусировке такого изображения, когда полосы, формирующие фигуру оптоотипа, перестают различаться, оптотип

сливается с фоном, и благодаря этому различимость формы опто типа оказывает меньшее влияние на измерение. В отдельных работах было показано, что исчезающая модификация дает лучшую повторяемость в сравнении с обычными опто типами. К тому же такие опто типы при соответствующем дизайне можно использовать для тестирования пациентов с ограниченными когнитивными возможностями и детей, которые не умеют говорить (по методике предпочтительного разглядывания – *preferential looking*). Самыми известными исчезающими опто типами являются Cardiff optotypes (Кардифф опто типы). Исчезающие опто типы также имеют большие перспективы при проведении врачебной экспертизы, т.к. не дают возможности симулянтам и диссимулянтам показывать значения остроты зрения, не соответствующие истинным (например, умышленно занижать показатели при желании избежать исполнения служебных обязанностей, или завышать их для успешного прохождения медосмотров). Однако опто типы в исчезающей модификации имеют некоторые недостатки: их труднее реализовать при печати на бумаге (требуется тщательно подбирать уровни серого; аккуратно подбирать профиль яркости контура изображения), и при правильной реализации они занимают больше места, чем обычные опто типы.

Существует ряд требований к опто типам:

1. Универсальность (с учетом любого возраста, национальности, культуры, уровня грамотности пациентов); доступность теста испытуемым широкого возрастного диапазона. Универсальный опто тип должен отражать разрешающую способность системы. Для зрительной системы это предельная воспринимаемая частота решетки.

2. Возможность легко уравнивать все тестовые изображения из набора по средней яркости.

3. Геометрическая однородность (сходство составляющих элементов): все тестовые изображения в данном наборе должны возбуждать схожие функциональные модули (детекторы) на периферии зрительной системы.

4. Понятийная схожесть тестовых изображений, подразумевающая вовлечение одних и тех же высших зрительных центров в восприятие всех изображений из набора.

5. Однородность изображений по содержащейся в них информации (для исключения априорного неравенства значимости символов и неодинаковой мотивации).

6. Идентичность значений характеристических частот f_c (критических размеров) у всех символов.

7. Большая мощность высокочастотных Фурье-компонент спектра, определяющих предел разрешения. Минимальные различия между символами после низкочастотной фильтрации (сходство «размытых» изображений).

8. Равные вероятности правильных ответов для всех опто типов равного размера и равные вероятности ошибок для всех пар символов.

Отличительный признак различимости должен быть один, т.е. опто типы в наборе должны отличаться друг от друга по одному признаку. Если отличительных признаков будет несколько, результаты измерений могут оказаться разными в зависимости от того, сколько признаков испытуемый использовал при различении. Соответственно, тренированный или просто осведомленный наблюдатель может дать более высокий результат, чем наивный наблюдатель с таким же зрением.

9. Большая крутизна психометрической функции (зависимости вероятности правильного ответа от размера символов).

10. Легкость генерации и шкалирования изображений на дисплее с дискретной структурой.

Теоретически идеальными опто типами для оценки остроты зрения являются протяженные (математически – бесконечные) синусоидальные решетки – стимулы с синусоидальным профилем светлоты/яркости, которые могут быть охарактеризованы одним параметром – пространственной частотой (числом периодов, приходящихся на один угловой градус).

Эти оптоотипы предназначены для измерения разрешающей способности зрительной системы, определяемой функционированием механизмов первых уровней зрительного процесса и в меньшей степени, зависящей от развития высших когнитивных механизмов и обучения, чем другие показатели качества зрения.

Предложенные Ландольтом знаки входят в большинство таблиц, получивших распространение среди окулистов. В частности, они входят в состав наиболее широко распространенных в России таблиц, предложенных С.С. Головиным и Д.А. Сивцевым. В этих таблицах буквы подобраны не случайно, а на основании расчета их величины и угловых размеров деталей. Каждая таблица состоит из 10-12 рядов оптоотипов. В каждом ряду размеры оптоотипов одинаковы, но постепенно уменьшаются от верхнего ряда к нижнему.

Изменение величины оптоотипов выполнено в арифметической регрессии в десятичной системе так, что при исследовании с 5 м чтение каждой последующей строки сверху вниз свидетельствует об увеличении остроты зрения на одну десятую: верхняя строка 0,1, вторая – 0,2 и т.д. до 10-й строки, которая соответствует единице. Этот принцип нарушен только в двух последних строках, так как чтение 11-й строки соответствует остроте зрения 1,5, а 12-й – 2,0. Острота зрения, соответствующая чтению данной строки с расстояния 5 м, проставлена в таблицах в конце каждого ряда, т. е. справа от оптоотипов.

Однако таблицы Головина-Сивцева не лишены некоторых недостатков (рис.26). Во-первых, в них имеется большая разница в величине знаков в разных строках и неравномерность при переходе от одной строки к другой. Во-вторых, не все знаки узнаваемы в одинаковой степени.

Для исследования остроты зрения у детей дошкольного возраста используют таблицы, где оптоотипами служат рисунки (рис.27).



Рис. 26. Таблица Головина-Сивцева.



Рис. 27. Таблица для определения остроты зрения у детей

Освещение таблиц для определения остроты зрения. Как известно, острота зрения определяется тем наименьшим углом, под которым две черные точки на белом фоне еще видны раздельно. Возможность видеть эти точки раздельно в значительной степени зависит от величины освещенности их. Касательно интенсивности освещения следует сказать, что не столько яркость или затемненность рассматриваемого имеет значение, сколько различие в яркости тли освещенности, или, другими словами, особенная отчетливость в контрастности.

Уже давно пытались вывести математическую зависимость между остротой зрения и интенсивностью освещения. Кениг считал, что острота

зрения представляет собой линейную функцию, а Огуши предполагал, что она пропорциональна кубическому корню из интенсивности освещения. Другие авторы пришли к заключению, что острота зрения обратно пропорциональна корню из интенсивности освещения.

Все эти формулы должны приниматься в расчет с каким-то приближением.

Не только малая интенсивность освещения, но и слишком большая может неблагоприятно сказаться на остроте зрения. Очень сильное освещение объектов влечет за собой увеличение явлений иррадиации.

Поскольку обычно необходимо иметь представление об остроте зрения при достаточной освещенности, по мнению С.В. Кравкова (1934, 1945) (рис.28), предпочтительно применение знаков черного цвета на белом фоне.

М.И. Авербах, указывая на целесообразность применения для освещения таблиц аппарата Рота, говорил, что в этом аппарате можно установить любой источник света и освещенность таблиц не должна быть меньше 60 лк.



Рис. 28. С.В. Кравков.

Для проверки остроты зрения вдаль широко используют настенные таблицы (по типу таблиц Снеллена, Сивцева и др.). Обычно они равномерно освещаются спереди (около 700 лк), реже – транспарантно (на просвет, рис.29).



Рис. 29. Транспарантный осветитель таблиц.

В этих таблицах применяют буквенные или цифровые символы; они удобны при обследовании пациента, однако недостатком этих символов являются их различия по узнаваемости знаков.

Для того чтобы освещение таблиц было постоянным и равномерным, их помещают в специальный осветительный ящик с зеркалами – аппарат Рота (рис.30).

В последнее время, когда получают распространение новые, более совершенные источники света, имеются данные, говорящие о том, что при увеличении освещенности сверх 60 лк существенно улучшается функционирование зрительного анализатора.

Установлено, что оптимум для лежащей в основе остроты зрения контрастной чувствительности находится между освещенностями белого фона 250 и 2500 лк (С.В. Кравков, 1950). Это дает основание считать оптимальной

для интересующего нас исследования освещенность не 60 лк, а значительно бóльшую.



Рис. 30. Аппарат Рота.

Для достижения единообразия целесообразно остановиться на какой-либо одной определенной величине освещенности. После лабораторных исследований и проверки в практике амбулаторного приема Институт глазных болезней имени Гельмгольца предложил создавать на таблицах освещенность в 700 лк.

В настоящее время разработана более совершенная конструкция осветителя таблиц. В этом осветителе применены люминесцентные лампы, благодаря чему создается почти совершенно равномерная освещенность таблицы в 700 лк (рис.31).

Методика исследования остроты зрения. Осветитель с таблицами укрепляют на стене, противоположной окнам, на расстоянии 5 м, против него помещают больного. Середина таблиц должна находиться несколько выше линии, проведенной от глаз больного параллельно полу. Поэтому следует нижний край осветителя помещать на расстоянии 120 см от пола. Во время

определения остроты зрения больной должен держать голову прямо, веки обоих глаз должны быть открыты.

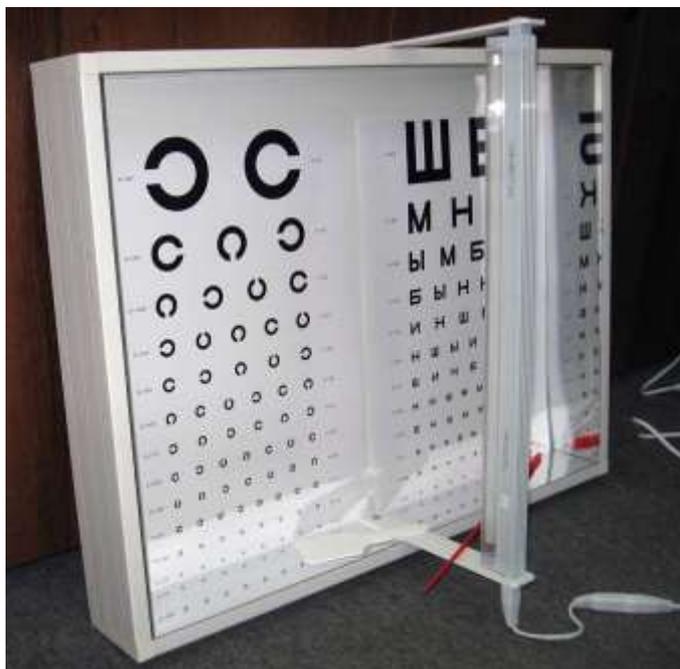


Рис. 31. Аппарат Рота.

Не следует разрешать больным наклонять голову и корпус, прищуриваться. Во время прищуривания вследствие уменьшения кругов светорассеяния близорукие показывают более высокую остроту зрения.

Ящик с таблицами располагают на такой высоте, чтобы 10-я строчка была на уровне глаз обследуемого. Исследуют каждый глаз отдельно. Буквы показывают указкой с зачерненным кончиком по несколько в каждом ряду, от крупных к мелким. Исследование проводят в комнате, освещенной дневным или искусственным светом. Исследуемый садится на расстоянии 5 м от таблицы. В России наиболее распространенными являются таблицы с картинками Орловой, Фролова. У старших детей и взрослых пользуются таблицами Головина, Сивцева. Исследование проводят для каждого глаза отдельно. Для удобства запоминания принято проводить исследование сначала правого, затем левого глаза. Во время исследования оба глаза должны быть открыты. Глаз, который в данный момент не исследуют, заслоняют

щитком из белого непрозрачного легко дезинфицируемого материала. Иногда разрешается прикрыть глаз ладонью, но без надавливания. Не разрешается во время исследования прищуривать глаза.

Оптотипы в таблицах показывают хорошо различимой указкой, конец которой должен находиться точно под экспонируемым знаком, но так, чтобы между ними оставался достаточный промежуток. Экспозиция каждого знака не должна превышать 2-3 секунды.

Определение остроты зрения начинают с показа оптотипов 10-го ряда, демонстрируя их в разбивку, а не подряд. Это ускоряет исследование и исключает угадывание мелких знаков по сходным очертаниям с более крупными.

У людей с пониженным зрением допустимо начинать исследование с крупных знаков, показывая сверху вниз по одному знаку в строке до ряда, где обследуемый ошибается, после чего в разбивку демонстрируют знаки предыдущего ряда.

Остроту зрения оценивают по тому ряду, в котором были правильно названы все знаки.

Профессор Н.А. Вишневский (1933) рекомендует в начале исследования показывать мелкие знаки, а затем переходить к более крупным. При этом, по его мнению, исключается возможность запоминания очертаний крупных знаков и повышения показаний остроты зрения вследствие угадывания мелких знаков. Показывать знаки указкой долго не следует.

Если обследуемый видит все знаки 10-й строки, его острота зрения 1,0. Если острота зрения меньше 0,1, обследуемый приближается к таблице до тех пор, пока не будет различать знаки. В этом случае острота зрения вычисляется по формуле Снеллена:

$$V = d/D,$$

где V – острота зрения; D – расстояние при остроте зрения (визусе) 1,0; d – расстояние, с которого обследуемый видит знаки.

Обычно исследуют остроту зрения отдельно каждого глаза.

Остроту зрения характеризует та самая мелкая строчка, в которой исследуемый называет правильно буквы.

В нашей стране исследование остроты зрения вдаль обычно проводят с расстояния 5 м, за рубежом – чаще с 6 м (20 футов). Если обследуемый различает место разрыва в данном кольце именно с 5 м, а в более мелких кольцах без приближения к таблице это ему не удастся, пороговым углом разрешения для него и является угол в 1'.

В отечественной офтальмологии это обозначается как $visus = 1,0$, за рубежом обычно в числителе указывают расстояние, с которого проводилось исследование, а именно 6/6 (или в футах 20/20). Такую остроту зрения принимают за нижнюю границу нормы.

Таблица 1.

Эквиваленты остроты зрения в различных обозначениях (по Westheimer G., монография Шамшиновой А.М., Волкова В.В., 1999)

Минимальный разрешаемый угол, дуговые минуты	Острота зрения по таблице Снеллена		Зрительная эффективность по Shell—Sterling, %	Десятичная дробь по Снеллену и Сивцеву	Острота зрения в логарифмических единицах по отношению 20/20
	футы	метры			
0,5	20/10	6/3	109	2,0	0,3
0,75	20/15	6/4,5	104	1,33	0,1
1,0	20/20	6/6	100	1,0	0
1,25	20/25	6/7,5	96	0,8	-0,1
1,5	20/30	6/9	91	0,67	-0,18
2,0	20/40	6/12	84	0,5	-0,3
2,5	20/50	6/15	76	0,4	-0,4
3,0	20/60	6/18	70	0,33	-0,5
4,0	20/80	6/24	58	0,25	-0,6
5,0	20/100	6/30	49	0,2	-0,7
6,0	20/120	6/36	41	0,17	-0,78
7,5	20/150	6/45	31	0,133	-0,88
10,0	20/200	6/60	20	0,1	-1,0
20,0	20/400	6/120	3	0,05	-1,3

Благодаря включению в таблицу рядов с более крупными и мелкими кольцами создаются условия для определения как более высокой, так и более низкой остроты зрения без изменения расстояния. Установив тот ряд, в котором обследуемый распознает разрывы в наименьших по диаметру

кольцах, считывают указанную на полях таблицы остроту зрения. Этот показатель представляет собой соотношение двух расстояний: того, с которого ведут проверку, к тому, на котором разрывы в знаках данного ряда видны под углом 1'. По принятой в нашей стране системе данный показатель преобразуется в десятичную дробь, а за рубежом сохраняются значения обеих дистанций: в числителе – реально используемой, в знаменателе – расчетной, т.е. той, с какой данный тест различим наблюдателем с нормальной остротой зрения.

Проекторы испытательных знаков (рис.32) более удобны в работе офтальмологов, так как снабжены дистанционным управлением, позволяют при необходимости демонстрировать знаки отдельными строчками, вращать тест-объект и плавно изменять его размеры.

Угловая величина экспонируемого знака остается постоянной, независимо от расстояния до экрана. Необходимо только следить, чтобы проектор и обследуемый находились на одинаковом расстоянии от экрана. Такие проекторы часто комплектуют с другими аппаратами для исследования глаза.



Рис. 32. Проектор знаков.

Вместе с тем их слабым местом является значительное влияние на результаты исследования опико-световых характеристик прибора и колебаний внешней освещенности.

Высокая острота зрения вдаль не означает высокую остроту зрения на близкие расстояния. Наоборот, при высокой остроте зрения сильно близорукого глаза вблизи не удастся достичь высокой остроты зрения с коррекцией вдаль. Причина этого, очевидно, в несовершенстве применяемой коррекции; обычные очки при высокой диоптрийности и неизбежном отдалении от роговицы минусового стекла из-за конструкции оправы резко уменьшают размеры изображения на глазном дне. Следовательно, специальная проверка остроты зрения для определенных расстояний вблизи так же нужна, как и проверка остроты зрения вдаль.

Для проверки остроты зрения вблизи чаще всего применяют набор пробных текстов для чтения, в которых различные угловые размеры букв рассчитаны на определенные расстояния от глаза. В нашей стране распространены шрифты, оценку по которым проводят с расстояния 30 см от глаз (рис.33).

Контролем здесь служит как правильное распознавание отдельных букв, так и свободное чтение наиболее мелкого текста с обязательным указанием расстояния, на котором производили исследование. Безошибочно читаемый текст характеризует остроту зрения вблизи.



Рис. 33. Исследование остроты зрения вблизи.

Известны портативный транспарантный аппарат для проверки зрения вблизи (ПОЗБ-1), сконструированный в Государственном оптическом институте им. Вавилова (рис.34), специальный буклет с набором тестов для исследований с различных расстояний вблизи (40 см, 1 м), изданный в 1982 г. в ГДР М. Заксенвегером.



Рис.34. Портативный транспарантный аппарат для проверки зрения вблизи (ПОЗБ-1).

Последний представляет большую ценность для исследования остроты зрения и ее коррекции применительно к строго определенному расстоянию от глаза, неодинаковому в разных профессиях. Ряд тестов имеет вид нот, географических карт, чертежей и пр.

Для клинической оценки остроты зрения существует и логарифмическая шкала, если размеры знаков от ряда к ряду меняются в геометрической прогрессии. В таких \log MAR-таблицах (*log. min. acuity resolution*), распространенных сейчас в США, в каждом из 13 рядов имеется только по 5 равноузнаваемых букв.

Для правильной оценки патологических изменений функционального состояния глаза во время лечения, при экспертизе трудоспособности,

освидетельствовании военнообязанных, профессиональном отборе и т. д. необходима стандартная методика исследования остроты зрения для получения соизмеримых результатов. Для этого помещение, где больные ожидают приема, и глазной кабинет должны быть хорошо освещены, так как в период ожидания глаза адаптируются к имеющемуся уровню освещенности.

Особенностью деятельности нервной системы ребенка после рождения является преобладание подкорковых образований. Головной мозг новорожденного еще недостаточно развит, дифференцировка коры и пирамидных путей не закончена. Вследствие этого у новорожденных отмечается склонность к диффузным реакциям, к их генерализации и иррадиации и вызываются такие рефлексы, которые у взрослых бывают только при патологии.

Указанная способность центральной нервной системы новорожденного оказывает существенное влияние и на деятельность сенсорных систем, в частности зрительной. При резком и внезапном освещении глаз могут возникнуть генерализованные защитные рефлексы – вздрагивание тела и феномен Пеппера, который выражается в сужении зрачка, смыкании век и сильном откидывании головы ребенка назад, нередко до степени опистотонуса. Постепенно, с возрастом, рефлекс ослабевает. Это – одно из самых ярких проявлений воздействия света на мышечный тонус. Глазные рефлексы появляются и при раздражении других рецепторов, в частности тактильного. Так, при интенсивном почесывании кожи расширяются зрачки, при легком постукивании по носу – закрываются веки. Наблюдается также феномен «кукольных глаз», при котором глазные яблоки двигаются в направлении, обратном пассивному движению головы.

В условиях освещения глаз ярким светом возникают мигательный рефлекс и отведение глазных яблок кверху. Такая защитная реакция органа зрения на действие специфического раздражителя обусловлена, очевидно, тем, что зрительная система – единственная из всех сенсорных систем, на которую адекватная афферентация действует только после рождения ребенка.

Требуется некоторое привыкание к свету. Как известно, остальные афферентации – слуховые, тактильные, интероцептивные и проприоцептивные – оказывают свое влияние на соответствующие анализаторы еще в период внутриутробного развития. Однако следует подчеркнуть, что в постнатальном онтогенезе зрительная система развивается ускоренными темпами и визуальная ориентировка вскоре опережает слуховую и тактильно-проприоцептивную.

Уже при рождении ребенка отмечается ряд безусловных зрительных рефлексов – прямая и содружественная реакция зрачков: на свет, кратковременный ориентировочный рефлекс поворота обоих глаз и головы к источнику света, попытка слежения за движущимся объектом. Это врожденная функция, длящаяся секунды. При этом взор ребенка не останавливается на предметах, а «дрейфует» в первоначальном направлении, если даже предмет движется уже в противоположном направлении. Ориентировочный рефлекс поворота обоих глаз к источнику света у новорожденных и детей раннего возраста известен с конца 18-го века. Как ориентировочный он осуществляется в этом возрасте на подкорковом уровне при помощи вестибулярного анализатора, начинающего функционировать внутриутробно.

Анатомическим субстратом таких рефлексов являются «ближайшие к большому полушарию узлы – базальные ганглии». Лишь постепенно, с возрастом, нервный механизм этого рефлекса перемещается из подкорковой области в кору головного мозга — происходит его «кортиколизация». Одновременно с поворотом глаз происходит и синергичный поворот головы к источнику света.

Очень характерным для новорожденных и детей раннего возраста является подкорковый рефлекс слежения. Он выражается в перемещении взора, обычно на очень небольшом протяжении, вслед за медленно движущимся источником света или за ярким объектом. Этот рефлекс очень неустойчивый и быстро истощается.

По-видимому, реакция на движение является одной из самых примитивных и самых первых рефлекторных реакций на оптическое раздражение. В последнее время все большее распространение получает мнение, что слежение является примитивной, неустойчивой, эфемерной формой фиксации взора, осуществляемой на подкорковом уровне при помощи «офтальмостатического аппарата» в стволовой части головного мозга. В дальнейшем функция фиксации взора перемещается в кору затылочной доли мозга и реализуется в более совершенной, устойчивой форме.

Расширение зрачка в темноте происходит медленнее, чем его сужение на свету. Это объясняют недоразвитием в раннем возрасте дилатора радужки или иннервирующей эту мышцу нерва. Надо знать, что зрачок у новорожденных узкий и вяло реагирует на свет, поэтому проверять его реакцию надо путем сильного засвета глаза и лучше в затемненной комнате. На 2-3-й неделе в результате появления условнорефлекторных связей начинается усложнение деятельности зрительной системы, формирование и совершенствование функций предметного, цветового и пространственного зрения.

Таким образом, световая чувствительность появляется сразу после рождения. Правда, под действием света у новорожденного не возникает даже элементарный зрительный образ, и вызываются в основном неадекватные общие и местные защитные реакции. Вместе с тем с самых первых дней жизни ребенка свет оказывает стимулирующее действие на развитие зрительной системы в целом и служит основой формирования всех ее функций.

С помощью объективных методов регистрации изменений зрачка, а также других видимых реакций (например, рефлекса Пейпера) на свет разной интенсивности удалось получить некоторое представление об уровне светоощущения у детей раннего возраста. Чувствительность глаза к свету, измеренная по пупилломоторной реакции зрачка с помощью пупиллоскопа, увеличивается в первые месяцы жизни и достигает такого же уровня, как у взрослого, в школьном возрасте.

Насильственное разведение век у новорожденных и детей раннего возраста сопровождается с 1-2-й недели жизни общими защитными рефлексом отталкивания, некоординированными движениями рук и ног.

Форменное центральное зрение появляется у ребенка только на 2-3-м месяце жизни. В дальнейшем происходит его постепенное совершенствование – от способности обнаруживать предмет до способности его различать и распознавать. Возможность различать простейшие конфигурации обеспечивается соответствующим уровнем развития зрительной системы, тогда как распознавание сложных образов связано с интеллектуализацией зрительного процесса и требует обучения в психологическом смысле этого «слова».

Со второй недели появляется кратковременная фиксация взглядом источника света или яркого предмета, более или менее длительная задержка взора на предмете при движении его со скоростью не более 10 см/сек. К 2-4 месяцам в связи с функциональным совершенствованием черепной иннервации движения глаз становятся координированными, как следствие появляется синхронное слежение, развивается бинокулярная фиксация взора, что свидетельствует о возникновении и совершенствовании предметного зрения. Движения глаз становятся координированными, и развивается устойчивая центральная фиксация взора. Если зрение хорошее, то ребенок в этом возрасте способен долго удерживать взгляд на источнике света или ярких предметах. Кроме того, в этом возрасте появляется рефлекс смыкания век в ответ на быстрое приближение к его лицу какого-либо предмета.

С помощью изучения реакции ребенка на предъявление предметов разной величины и формы, способности их дифференцировки при выработке условных рефлексов, а также реакции оптокинетического нистагма удалось получить сведения о форменном зрении у детей даже раннего возраста. Так, установлено, что на 4-6-м месяце жизни ребенок реагирует на появление обслуживающих его лиц, а еще раньше – на 2-3-м месяце – замечает грудь матери. На 7-10-м месяце у ребенка появляется способность распознавать

геометрические формы (куб, пирамида, конус, шар), а на 2-3-м году жизни – нарисованные изображения предметов. Совершенное восприятие формы предметов и нормальная острота зрения развиваются у детей только в период школьного обучения.

В четырех месячном возрасте острота зрения несколько меньше 0,01. В возрасте 6 месяцев она колеблется около 0,015-0,02. К 6-8 месяцам ребенок начинает различать простые геометрические фигуры, к 1-2 годам – рисунки. К 1 году острота зрения постепенно достигает 0,1-0,3. Количественно определить остроту зрения и в более позднем возрасте почти невозможно. В первые годы жизни об остроте зрения судят по тому, с какого расстояния он узнает окружающих людей, игрушки. Острота зрения становится нормальной к 5-15 годам. В 3-летнем возрасте острота зрения, равная единице, обнаруживается в среднем у 5-10% детей, в 7-летнем – у 45-55%, в 9-летнем – у 60%, в 11-летнем – у 80% и в 14-летнем – у 90% детей.

В возрасте 3-х, а у умственно хорошо развитых детей и 2-х лет, часто можно определить остроту зрения по детским таблицам. Таблицы чрезвычайно разнообразны по своему содержанию. В России довольно широкое распространение получили таблицы П.Г. Алейниковой, Е.М. Орловой с картинками и таблицы с оптотипами кольцами Ландольта и Пфлюгера. При исследовании зрения у детей от врача требуется большое терпение, повторное или многократное исследование. Естественно, что определить наличие или отсутствие зрения как врач, так и средний медицинский персонал могут лишь по доступным простым, но достаточно информативным признакам (табл.2).

Острота зрения у детей оказывается выше в случае ее измерения при помощи изолированных букв или оптотипов и ниже при исследовании таблицами, в строках которых знаки стоят скученно (так называемые трудности разделения, трудности раздельного видения, или феномен скученности).

Методы исследования зрения у детей различного возраста
(по Е.И. Ковалевскому)

Возраст	Методы
1 неделя	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прямая и содружественная реакция зрачков на свет. 2. Общая двигательная реакция (рефлекс Пейпера) на освещение каждого глаза. 3. Кратковременное слежение в сторону медленно передвигаемого предмета, удаленного от глаз на расстоянии 20-30 см.
2-3 недели	<ol style="list-style-type: none"> 1. Слежение с кратковременной фиксацией передвигаемого предмета, перед каждым глазом. 2. Общая двигательная реакция в ответ на световой раздражитель каждого глаза.
1-2 месяца	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сравнительно продолжительная бинокулярная фиксация ярких предметов, передвигающихся перед каждым глазом. 2. Натуральный условный рефлекс смыкания век на быстрое приближение к каждому глазу яркого предмета.
3 месяца	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устойчивое бинокулярное слежение и бинокулярная фиксация предметов различной величины, удаленных от глаза на разные расстояния. 2. Узнавание на небольшом расстоянии от глаз матери и других близких с общей активной двигательной реакцией.
6 месяцев	<ol style="list-style-type: none"> 1. Различительная реакция на разнообразные простые знакомые и незнакомые геометрические фигуры, игрушки 2. Узнавание близких лиц, знакомых животных на различном удалении от каждого глаза.
1 год	<ol style="list-style-type: none"> 1. Различительная реакция на разной величины картинки, рисунки, игрушки на различном удалении от глаза. 2. Активная реакция подвижности (поворота) глаз на перемещение предметов, передвижение людей, животных, машин и др. на различных расстояниях от глаза.
2-4 года	Исследование зрения по детским картинкам разной величины на различных расстояниях от каждого глаза.
5-6 лет и старше	Проверка остроты зрения по специальным таблицам с буквами и опто типами.

Феномен скученности наблюдается при амблиопиях любого происхождения, в том числе при возрастной «физиологической амблиопии». Причины феномена точно не установлены.

Крайние варианты изменений величины зрачка, такие как мидриаз (более 6 мм) или миоз (менее 2 мм), отрицательно сказываются на остроте зрения даже эметропического глаза. Если же острота зрения снижается и при умеренном расширении зрачка (в пределах 4-5 мм), то это свидетельствует о наличии аметропии. Применение искусственного зрачка (диафрагмы диаметром 2-3 мм из набора стекол) окажет корригирующее действие и явится свидетельством необходимости подбирать очки.

Для оценки способности различать мелькающий объект исследуется так называемая экспозиционная острота зрения (ЭОЗ). С уменьшением времени предъявления тестирующего объекта порог различения возрастает. Эта зависимость особенно выражена во временном интервале 15-100 мс. Однако и в этом случае возможна компенсация за счет усиления яркости объекта. Для практических измерений ЭОЗ создан специальный прибор на основе диапроектора «Этюд» с фотообъективом.

Способность различать детали движущегося объекта называют динамической остротой зрения. Динамическая острота зрения – способность воспринимать и различать детали движущихся объектов, определить скорость и направление движения объекта и визуально «схватить и удержать» изображение предмета на время, достаточное, чтобы увидеть его детали. Прибор, сконструированный М.Г. Козырьковой (1968) для измерения этой функции, напоминает большой периметр, по дуге которого предъявляется объект (кольцо Ландольта), движущийся с заданной скоростью. Преследование взором в течение 0,5 с мишени, двигающейся с умеренной скоростью (несколько градусов в секунду), может обеспечить остроту зрения, близкую к нормальной. Строгая стабильность ретинального изображения, как известно, не является обязательным условием для оптимального разрешения, хотя во время быстрых саккад и при очень быстрых перемещениях изображений по сетчатке зрительные функции ослабевают.

Способность длительно сохранять четкость видения объекта, подобранного на пределе разрешающей способности глаза, называют устойчивостью ясного видения. Устойчивость ясного видения при стабильных условиях освещения зависит от состояния зрительного анализатора и общего состояния организма.

При длительном рассматривании предмета теряется способность четко различать его и две близко расположенные точки воспринимаются как одна через некоторое время. Способность четко воспринимать очертания предметов или букв, между которыми имеется небольшое расстояние, вновь

восстанавливается, затем снова исчезает и т.д. При утомлении время ясного видения предмета уменьшается. Показателем устойчивости ясного видения является выраженное в процентах отношение ясного видения к общему времени наблюдения.

При проведении этой методики используют вычерченное на белом листе и заштрихованное кольцо с разрывом одной стороны (кольцо Ландольта). Кольцо имеет наружный диаметр – 7 мм, разрыв и толщина заштрихованной части – 1,5 мм. Обследуемый рассматривает кольцо Ландольта с расстояния, равного 5 м, причем подбородок должен фиксироваться специальной подставкой, линия взора должна быть параллельна полу. Продолжительность исследования 3 минут, в течение которых обследуемый, не отрываясь, смотрит на разрыв в кольце Ландольта и сообщает исследователю моменты, когда он видит и когда не видит разрыв. На кимографе регистрируют периоды, когда на протяжении 3-минутного непрерывного наблюдения возможность различать разрыв в кольце Ландольта исчезает и появляется вновь. В итоге сопоставляют суммарную продолжительность периодов видения и невидения, а также частоты перерывов и дают оценку профпригодности испытуемого.

Основные варианты и причины нарушений остроты зрения в клинической практике.

- Снижение центрального зрения только вдаль, корригируемое оптическими средствами, является следствием распространенных разного рода аметропий.
- Снижение центрального зрения только вблизи, устраняемое оптическими средствами, – следствие нарушения функций аккомодации, в том числе возрастной пресбиопии.
- Снижение центрального зрения вдаль при одновременном улучшении его вблизи у людей пожилого возраста связано с миопизацией в связи с набуханием хрусталика.
- Снижение центрального зрения, вплоть до его потери, не устраняемое оптическими средствами и независимое от расстояния: при наличии на хуже

видящем глазу гиперметропии, астигматизма, косоглазия, — обычно свидетельствует об амблиопии.

- Снижение центрального зрения при офтальмоскопически выявляемых патологических процессах в макулярной области, и при их отсутствии, но в случае предъявления больным жалоб на метаморфопсию или микропсию со снижением цветоощущения по типу триадефицита, указывает на очаговое поражение в макулярной области глазного дна.

- При наличии выявляемых офтальмоскопических признаков воспаления диска зрительного нерва и при их отсутствии, но при предъявлении больным жалоб на центральную скотому (без метаморфопсии), сочетающуюся с нарушением цветоощущения, особенно по типу прото- и дейтердефицита, и со снижением контрастной чувствительности на высоких пространственных частотах при одностороннем процессе наиболее вероятен неврит или ретробульбарный неврит зрительного нерва, при двустороннем — оптикохиазмальном арахноидите или проявления осложненного застойного диска.

- В отсутствие каких-либо нарушений в структурах глаза, но при очень неустойчивой рефракции (обычно в сторону ее усиления) снижение остроты зрения может быть признаком спазма аккомодации или других невротических состояний (истерия).

- Стойкое снижение не только центрального, но и периферического зрения (без метаморфопсий или скотом) с ослаблением рефлекса с глазного дна, снижением пространственной контрастной чувствительности сначала на низкие, а позднее и на высокие пространственные частоты, наличием триадефицита II степени, повышенной слепимостью от ярких засветов, нередко является следствием выраженных нарушений прозрачности преломляющих сред глаза (роговицы, хрусталика, стекловидного тела).

- Снижение центрального зрения, возникающее лишь в определенных условиях при определенной освещенности и сохранении нормальных его значений в обычной обстановке.

- Следствие самых начальных нарушений прозрачности хрусталика (предкатаракта) или ограниченных помутнений роговицы (в частности, после перенесенной кератотомии или фоторефракционной кератэктомии). Когда катаракта еще мало влияет на обычную остроту зрения, но пациента беспокоит повышенная слепимость на ярком свете, есть показания для ускорения хирургического вмешательства по удалению катаракты.

Словарь терминов

Аберрация – заблуждение; отклонение от нормы; ошибки, нарушения, погрешности. Аберрация оптической системы – ошибка или погрешность изображения в оптической системе, вызываемая отклонением луча от того направления, по которому он должен был бы идти в идеальной оптической системе. Аберрацию характеризуют различного вида нарушения гомоцентричности в структуре пучков лучей, выходящих из оптической системы.

Абсорбция – поглощение сорбата всем объёмом сорбента.

Астигматизм – дефект зрения, характеризующийся неравномерной кривизной полусферы роговицы глаза и отсутствием единой фокусной точки.

Афферентация – постоянный поток нервных импульсов, поступающих в центральную нервную систему от органов чувств, воспринимающих информацию как от внешних раздражителей (экстерорецепция), так и от внутренних органов (интерорецепция). Находится в прямой зависимости от количества и силы воздействующих раздражителей, а также от состояния – активности или пассивности – индивида.

Визуальный – 1. непосредственно наблюдаемый зрительно. 2. ориентированный на зрительное восприятие.

Волокнистый слой Генле – Волокна Генле образуются вследствие смешивания удлиненных аксонов фовеальных колбочек и палочек с клетками Мюллера.

Гностические расстройства – нарушение: восприятия, внимания, памяти, мышления, тактильных и зрительных ощущений, речи.

Дискретизация – представление непрерывной функции дискретной совокупностью её значений при разных наборах аргументов.

Диффракция – явление, которое проявляет себя как отклонение от законов геометрической оптики при распространении волн.

Инвариантный – термин, обозначающий нечто неизменяемое.

Кимограф – прибор для графической регистрации физиологических процессов

Конвергенция – процесс сближения, схождения (в разном смысле), компромиссов; противоположна дивергенции.

Краудинг-эффект – ухудшение восприятия тестового стимула при окружении его другими изображениями.

Лимитирующий фактор – фактор, который при определенном наборе условий окружающей среды ограничивает какое-либо проявление жизнедеятельности организмов; экологический фактор, концентрация которого ниже или выше оптимальной.

Матрица – сфера применения, взаимодействия.

Метаморфопсия – искаженное восприятие формы, величины, цвета, покоя или движения, пространственного расположения реально существующих в данное время предметов или явлений.

Микропсия – расстройство зрения, при котором размеры видимых большим предметом выглядят меньше, чем на самом деле.

Мониторинг - система постоянного наблюдения за явлениями и процессами, проходящими в окружающей среде и обществе.

Нистагм – непроизвольные колебательные движения глаз высокой частоты.

Опистотонус – судорожная поза с резким выгибанием спины, запрокидыванием головы назад, вытягиванием ног, сгибанием рук, кистей, стоп и пальцев вследствие тонического сокращения мышц конечностей, спины и шеи.

Оптикохиазмальный арахноидит – процесс, который возникает при поражении зрительного нерва в интракраниальной его части.

Парадоксальный – противный обыкновенному мнению, странный.

Психофизические методы – наука, изучающая отношения между раздражителями (стимулами) и ощущениями (сенсорными реакциями) с помощью количественных методов.

Ранжирование – сортировка сайтов в поисковой выдаче, применяемая в поисковых системах.

Рефракция – процесс преломления световых лучей в оптической системе глаза.

Рецептивное поле – участок с рецепторами, которые при воздействии на них определённого стимула приводят к изменению возбуждения этого нейрона.

Саккады – быстрые, строго согласованные движения глаз, происходящие одновременно и в одном направлении.

Тридадефицит – цветослабость на синий цвет.

Феномен – термин, в общем смысле означающий явление, данное в чувственном созерцании. В естественной науке под феноменом понимается наблюдаемое явление или событие. Также феномен – необычное явление, редкий факт; то, что трудно постичь.

Фовеальный – относящийся к центральной ямке жёлтого пятна (пятна сетчатки) глаза.

Фокусировка – процесс регулирования положения объектива или иной оптической системы, для достижения совпадения плоскости сопряжённого фокуса с плоскостью фотоматериала, фотодатчика или сетчатки глаза наблюдателя.

Фотометрический контраст – разница в характеристиках различных участков изображения, способность фотографического материала или оптической системы воспроизводить эту разницу, а также характеристика чувствительности глаза (зрительной системы) относительно яркости и цвета.

Экспозиция – количество актиничного излучения, получаемого светочувствительным элементом.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов.

1. ДЛЯ КОЛБОЧЕК ЖЕЛТОГО ПЯТНА ХАРАКТЕРНО

- А – они удлинены;
- Б – они укорочены;
- В – они утолщены;
- Г – они истончены;
- Д – концы их обращены кнутри.

2. ОСТРОТА ЗРЕНИЯ ОБУСЛАВЛИВАЕТСЯ

- А – мозаичностью строения сетчатки;
- Б – количеством палочек в желтом пятне;
- В – особенностями оптической системы глаза;
- Г – достаточностью кровоснабжения;
- Д – особенностями деятельности центральной нервной системы.

3. УГОЛ ЗРЕНИЯ – ЭТО

- А – угол, под которым рассматривается предмет;
- Б – угол между крайней границей поля зрения и рассматриваемым объектом;
- В – угол, образованный крайними точками рассматриваемого объекта и узловой точкой глаза;
- Г – угол, образованный крайними точками рассматриваемого объекта и центром роговицы;
- Д – угол между анатомической и оптической осями глаза.

4. НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ УСЛОВИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ОСТРОТУ ЗРЕНИЯ

- А – интенсивность освещения;
- Б – онохроматичность светового пучка;
- В – ширина зрачка;
- Г – возраст человека;
- Д – побочные раздражения;
- Е – состояние двигательного аппарата глаза.

5. ПРИ ОСТРОТЕ ЗРЕНИЯ, НЕ ПОЗВОЛЯЮЩЕЙ ВИДЕТЬ САМЫЕ КРУПНЫЕ ЗНАКИ ОБЫЧНЫХ ТАБЛИЦ, ПРИБЕГАЮТ К

- А – показу более крупных знаков;
- Б – к показу таблиц Тибодде-Поляка;
- В – к показу пальцев;
- Г – к исследованию по таблице Орловой;
- Д – к исследованию по таблицам Рабкина.

6. В КАЧЕСТВЕ ОПТОТИПОВ МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ

- А – буквы;
- Б – контурные рисунки;
- В – точки разных размеров;
- Г – цифры;
- Д – специальные символы.

7. НИЖНИЙ КРАЙ ОСВЕТИТЕЛЯ СЛЕДУЕТ ПОМЕЩАТЬ НА РАССТОЯНИИ _____ ОТ ПОЛА

- А – 5 метров;
- Б – 50 сантиметров;
- В – 120 сантиметров;
- Г – 100 сантиметров;
- Д – 90 сантиметров.

8. ПРИ ПРИЩУРИВАНИИ ИССЛЕДУЕМОГО ГЛАЗА ОСТРОТА ЗРЕНИЯ

- А – бывает непостоянной;
- Б – увеличивается;
- В – уменьшается.

9. ФЕНОМЕН ПЕППЕРА ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ

- А – сужение зрачка;
- Б – расширение зрачка;
- В – смыкание век;
- Г – произвольные движения рук;
- Д – сильное откидывание головы ребенка назад.

Ответы на тестовые вопросы.

- 1. Ответ А, Г, Д.** Сетчатка средних отделов этой ямки представлена только нейроэпителием, причем колбочки здесь истончены и удлинены, концы их, обращенные кнутри, к биполяркам, складываются в специальное образование – волокнистый слой Генле.
- 2. Ответ А, В, Д.** Острота зрения обуславливается мозаичностью строения сетчатки (анатомо-физиологические факторы), особенностями оптической системы глаза (физические факторы), при более сложных зрительных восприятиях – и особенностями деятельности центральной нервной системы.
- 3. Ответ В.** Угол, образованный крайними точками рассматриваемого объекта и узловой точкой глаза, называется углом зрения.
- 4. Ответ А, Б, В, Г, Д, Е.** Наиболее важные условия, определяющие остроту зрения, следующие: а) интенсивность освещения; б) монохроматичность светового пучка; в) ширина зрачка; г) возраст человека; д) побочные раздражения; е) состояние двигательного аппарата глаза.
- 5. Ответ Б, В.** При остроте зрения, не позволяющей видеть самые крупные знаки обычных таблиц, прибегают к показу одиночных знаков в виде полосчатых черных тестов Тибодде-Поляка (на белом фоне) или пальцев врача на темном фоне.
- 6. Ответ А, Г, Д.** Оптотипами называются используемые для измерения остроты зрения тестовые изображения – буквы, цифры, картинки и специальные символы (кольца Ландольта, 3-полосные стимулы, знаки «Е» в четырех ориентациях, «tumbling-Е» и др.), а также геометрические фигуры и паттерны, упрощенные и стилизованные силуэты предметов и животных.
- 7. Ответ В.** Середина таблиц должна находиться несколько выше линии, проведенной от глаз больного параллельно полу. Поэтому следует нижний край осветителя помещать на расстоянии 120 см от пола.
- 8. Ответ Б.** Во время прищуривания вследствие уменьшения кругов светорассеяния близорукие показывают более высокую остроту зрения.
- 9. Ответ А, В, Д.** Феномен Пеппера, выражается в сужении зрачка, смыкании век и сильном откидывании головы ребенка назад, нередко до степени опистотонуса.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Глазные болезни. Учебник. / Под редакцией В.Г. Копаевой. – М.: Офтальмология, 2018. – 495 с.
2. Кански Д.К. Клиническая офтальмология: систематизированный подход /пер с англ. Под ред. В.П. Еричева. – 2-е изд. –Wroclaw: Elsevier Urban & Partner, 2009. – 944 с.
3. Офтальмология: учебник /под ред. Е.А Егорова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 240 с.
4. Офтальмология: учебник. /под ред. Е.И. Сидоренко, - 4-е изд., – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 656 с.
5. Тахчиди Х.П., Ярцева Н.С., Гаврилова Н.А., Деев Л.А. Офтальмология: учебник. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 544 с.

Дополнительная:

1. Аветисов Э.С., Ковалевский Е.И., Хватова А.В. Руководство по детской офтальмологии. – М.: Медицина, 1987. – 495 с.
2. Глазные болезни: учебное пособие. / Под ред. А.П. Нестерова и В.М. Малова. – М.: Лидер М, 2008. – 316 с.
3. Шамшинова А.М., Волков В.В. Функциональные методы исследования в офтальмологии. – М.: Медицина, 2005. – 416 с.