

ГОРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

Проф. Б. Г. ТОВБИН

**РЕФРАКЦИЯ  
АККОМОДАЦИЯ  
ПОДБОР ОЧКОВ**

ПОСОБИЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

2-е изд.

г. ГОРЬКИЙ

## ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА К 1-МУ ИЗДАНИЮ.

Настоящий очерк, охватывающий рефракцию, аккомодацию и подбор очков, представляет собою краткое изложение части курса, читанного мною последовательно четырем семестрам прикомандированных врачей в 1930-1931 г. в Глазной клинике Каз. гос. института для усовершенствования врачей.

Руководство не претендует на оригинальность, хотя и представляет некоторые особенности, и преследует чисто практическую цель — дать справочник для тех слушателей, которые хотели бы повторить слышанное на лекциях, семинарах и практических занятиях.

1932 г.

*Б. Товбин.*

## ПРЕДИСЛОВИЕ КО 2-МУ ИЗДАНИЮ.

Во 2-м издании пособие исправлено и дополнено применительно к программам медицинских институтов.

1939 г.

*Б. Товбин.*

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИКА.

К истории вопроса. Во времена Галена органом, обуславливающим зрение, считался хрусталик. Только в 1600 году *Scheiner*'у удалось доказать, что световые впечатления воспринимаются сетчаткой. *Kepler* же в 1604 г. доказал, что хрусталик служит только для преломления световых лучей.

Направление лучей. Различают лучи расходящиеся, параллельные и сходящиеся.

Из светящейся точки могут исходить только расходящиеся лучи. Если светящаяся точка удаляется на бесконечно далекое расстояние, то угол, образуемый двумя смежными лучами, также уменьшается и в пределе стремится к нулю. Эти два смежных луча и принимаются за параллельные. Наконец, сходящимися могут быть лучи воображаемые, исходящие из мнимой точки, находящейся „по ту сторону бесконечности“.

Простейшая оптическая система. В двояковыпуклом стекле мы различаем оптическую ось АВ, оптический центр М и главные фокусы—передний  $F_1$  и задний  $F_2$  и фокусные расстояния—переднее и заднее (рис. 1).

Оптической осью называется прямая, соединяющая центры двух шаровых поверхностей, ограничивающих линзу.

Оптическим центром называется точка, лежащая на

оптической оси в середине линзы. Через оптический центр лучи идут, не меняя своего направления. Главными фокусами линзы называются точки, в которых соединяются параллельные оптической оси лучи после прохождения их через сферическое стекло. Расстояние от линзы до ее фокуса называется фокусным расстоянием линзы.

Изображение светящегося объекта после прохождения лучей через двояковыпуклое стекло может быть действительным (+) и мнимым (—) (рис. 2 и 3).

Если представить себе на оптической оси *вне фокусного расстояния* светящуюся линию АВ (рис. 2), то, как видно из чертежа, она даст по другую сторону сферического стекла обратное и уве-

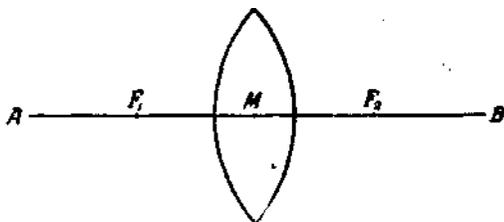
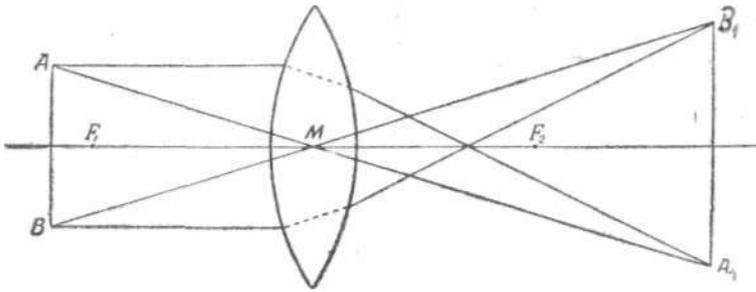


рис. 1.



$A_1 B_1$  — действительное изображение (+).  
Рис. 2.

личное изображение. Изображение это будет действительным, так как в нем пересекаются сами преломленные лучи.

Если же эту линию  $AB$  поместить *внутри*, фокусного расстояния, т. е. между точками  $F_1$  и  $M$  (рис. 3), то, как видно из чертежа,

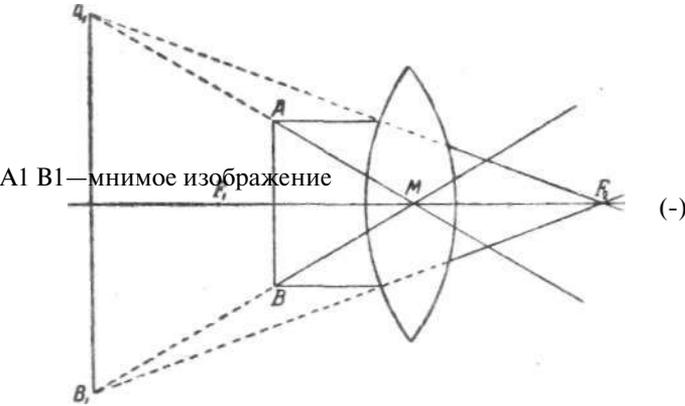
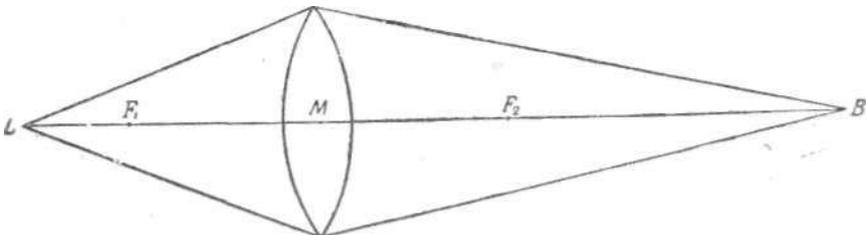


Рис. 3.

изображение линии будет находиться на той же стороне, что и сама светящаяся линия, и будет увеличенным и прямым. В этом изображении пересекаются лишь воображаемые продолжения лучей, а не сами лучи, поэтому оно будет мнимым.

Далее, если на оптической оси двояковыпуклого стекла представим себе светящуюся точку  $L$  вне фокусного расстояния (рис. 4),



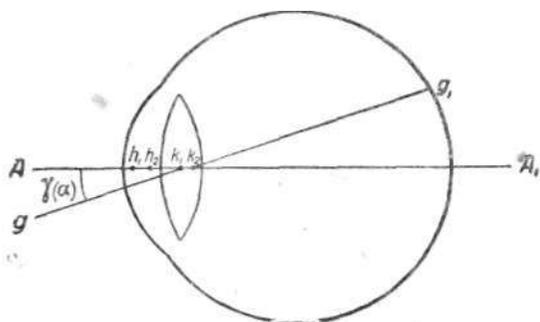
$L$  и  $B$  сопряженные точки.  
Рис. 4.

то она даст действительное изображение в точке В, и, наоборот, светящаяся точка В даст действительное изображение в точке L. Точки L и В, обладающие тем свойством, что светящаяся точка, помещенная в одном из них, дает изображение в другой, называются *сопряженными*.

Упомянутые термины (оптический центр, фокусные расстояния и др.), поясненные на примере двояковыпуклых стекол, применимы и к двояковогнутым стеклам. Мы не приводим параллельных чертежей лишь в целях упрощения.

**Кардинальные точки глаза.** В сложной оптической системе глаза в целом существует три пары кардинальных точек: две главных точки (в передней камере), две узловых точки (в хрусталике) и два главных фокуса, передний (первый) и задний (второй) (рис. 5).

Плоскости, проведенные через обе главные точки перпендикулярно к оптической оси, называются *главными* плоскостями. Глав-



$h_1$  — первая главная точка.

$h_2$  — вторая главная точка.

$k_1$  — первая узловая точка.

$k_2$  — вторая узловая точка.

AA1 — оптич. ось.

Gk1k2G1 (схематически GG1) — зрит. линия.

Рис. 5.

ные плоскости характеризуются тем, что изображения в них имеют одинаковую величину и одинаковое направление.

Узловые точки обладают тем свойством, что луч, направляющийся к первой узловой точке, выходит после преломления через вторую узловую точку в направлении, параллельном первоначальному.

Главные фокусы — точки, в которых соединяются параллельные оптической оси лучи по преломлению; параллельные лучи, идущие в глаз, соединяются в заднем фокусе, а идущие из глаза — в переднем фокусе.

Прямая линия AA<sub>2</sub>, проходящая через обе главные, узловые и фокусные точки, есть *оптическая ось* глаза, а ломаная линия Gk<sub>1</sub>k<sub>2</sub>G<sub>1</sub> (практически рассматриваемая как прямая линия GG<sub>1</sub>), соединяющая объект зрения с желтым пятном, есть *зрительная линия*.

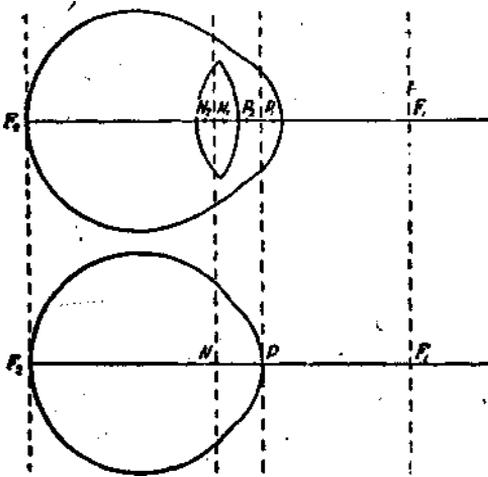
Оптическая ось AA1 и зрительная линия GG1 образуют при пересечении угол  $\gamma$  (α)\*.

**Схематический глаз.** Взаимное положение кардинальных точек в каждом глазу подвержено индивидуальным колебаниям, поэтому для упрощения вычислений предложено было пользоваться

\*) Такое определение угла  $\gamma$  (α) в строго математическом отношении неточно, но допускаемая таким образом ошибка, не имеет практического значения.

средними цифрами от измерений нескольких глаз. Такой глаз называется схематическим (схематический глаз *Listtng'a*, *Helmholtz'a*)\*.

Редуцированный глаз. Цифры в схематическом глазу оказались, однако, громоздкими. Поэтому возникла мысль — в целях упрощения вычислений считать обе главные точки за одну и обе узловых точки за одну. В упрощенной конструкции, предложенной *Listtng'oM*, передний и задний главные фокусы имеют такое же положение, как в схематическом глазу, но преломление лучей условно происходит только в одной кривой поверхности, которую называют „приведенной” роговой оболочкой (рис. 6).



Схематический глаз.  
P1P2— главные точки.  
N1N2 — узловые точки.

Редуцированный глаз.

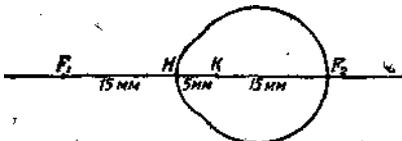
Рис. 6.

С введением редуцированного глаза вычисление взаимного положения основных точек в глазу сильно упростилось. Очень удобный для вычисления глаз предложен *Donders'oM*\*\*).

\*) Положение кардинальных точек в схематическом глазу (расстояния вычислены от передней поверхности роговицы):

Первый главный фокус	на 13,75 мм	впереди от передн. поперх, роговицы			
Второй	22,83 мм	позади	.	.	.
Первая главная точка	1,75 мм		.	.	.
вторая	2,12 мм		.	.	.
Первая узловая точка	6,96 мм		.	.	.
^Вторая узловая точка	7,93 мм		.	.	.

\*\*) В его редуцированном глазу положение кардинальных точек таково: главная точка совпадает с центром передней поверхности „приведенной” роговицы; узловая точка совпадает с центром кривизны „приведенной” роговицы и находится в 5/мм позади от вершины роговицы; передний главный фокус лежит в 15 мм впереди от вершины роговицы, а задний главный фокус—в 15 мм позади от узловой точки (рис. 7).

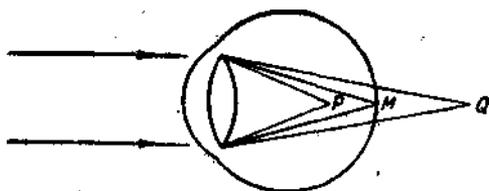


Fj — передний главный фокус.  
H — главная точка.  
K — узловая точка.  
F2 — задний главный фокус.

Глаз как камер-обскура. Изображения предметов на сетчатке получаются, как в камер-обскуре — действительные и обратные. Почему же мы видим предметы в прямом виде, а не в обратном? Оказывается, первые зрительные впечатления ребенка и бывают обратными, но вскоре устанавливаются тесные взаимоотношения между его зрительными впечатлениями и ощущениями от других органов чувств, особенно осязания. Ребенок начинает корректировать свои зрительные впечатления осязанием предметов и научается так! Гм путем истолковывать (интерпретировать) изображения!, получаемые на сетчатке. Таким образом, мы видим предметы в прямом виде потому, что научились проецировать в пространство изображения предметов на сетчатке по ходу лучей.

Три типа рефракции. Если задний фокус лежит на сетчатке, то такой глаз называется эмметропическим (Е). При миопии (близорукости) задний фокус не доходит до сетчатки, а при гиперметропий (дальнозоркости) он оказывается позади сетчатки (рис. 8).

а) Гиперметроп (Н) без коррекции может ясно видеть только в том случае, если в его глаз попадут лучи сходящиеся. Но та-



Параллельные лучи, направленные в глаз, пересекутся: в точке М при эмметропии, в точке Р при миопии и в точке Q при гиперметропий.

Рис. 8.

ких лучей в природе нет. Источником их мы можем лишь представить себе мнимую точку, находящуюся в месте продолжения этих расходящихся лучей. Поэтому и говорят, что у гиперметропа дальнейшая точка ясного зрения находится „по ту сторону бесконечности“. Параллельные же лучи, идущие от далекого предмету в глаз гиперметропа, не могут соединиться на его сетчатке, так как задний главный фокус гиперметропа находится позади его сетчатки. Чтобы последний очутился на сетчатке, нужно превратить параллельные лучи в сходящиеся. Этого можно достигнуть, поставив перед глазом двояковыпуклую чечевицу.

б) Миоп (М) может ясно видеть, если в его глаз попадут лучи расходящиеся, параллельные же лучи соединятся впереди сетчатки, поэтому миоп не может различать далеких предметов. Чтобы задний главный фокус очутился на сетчатке, нужно превратить идущие в глаз параллельные лучи в расходящиеся. Этого можно достигнуть, поставив перед глазом миопа двояковогнутое стекло соответствующей силы.

Понятие о кругах светорассеяния. Итак, как при гиперметропий, так и при миопии параллельные лучи, идущие в глаз из бесконечно далекой точки, не дают на сетчатке изображения точки. Эти лучи, преломившись в хрусталике, имеют далее направление конуса, вершина которого и представляет собой задний главный фокус.

При гиперметропии этот фокус, как мы видели, находится позади сетчатки, а в месте пересечения этого конуса с сетчаткой получается на сетчатке круг. Если светящихся вне глаза точек много, то от каждой получается на сетчатке круг. Это и есть круги светорассеяния. Чем сильнее гиперметропия, тем больше и круги светорассеяния.

При миопии такие же круги светорассеяния получаются на сетчатке от пересечения с сетчаткой лучей, составляющих продолжение лучей, собирающихся в заднем главном фокусе. Чем сильнее миопия, тем больше и круги светорассеяния.

На круги светорассеяния оказывает также влияние ширина зрачка. Так как периферические части хрусталика преломляют сильнее, чем центральные, то при широком зрачке создаются условия для возникновения сферической аберрации, которая также вызывает круги светорассеяния. Вот почему миоп старается преградить доступ в глаз лучам, проходящим через периферические части зрачка, и щурит для этого глаза.

Понятие о диоптрии. Как гиперметропия, так и миопия могут быть различных степеней и могут быть выражены в определенных величинах. Для этого пользуются диоптрийным исчислением. Оптическая сила стекла измеряется, по предложению Монуайе, величиной, обратной фокусному расстоянию. Эта величина названа им диоптрией. В качестве единицы измерения берется «стекло» с фокусным расстоянием в 1 метр, преломляющая сила которого  $=1/f=1$ , т. е. одной диоптрии ((1,0 D). Если взять, например, стекло с фокусным расстоянием в 4,0 метра, то его преломляющая сила  $= 1/4=0,25D$ . Что касается гиперметропической и миопической рефракции глаза, то она определяется оптической силой того стекла, которое корректирует его до эмметропии. Например, N в 5,0 D означает, что со стеклом convex 5,0D такой глаз становится эмметропическим. M в 6,0D означает, что для корригирования до эмметропии к глазу надо приставить стекло concave — 6,0 D.

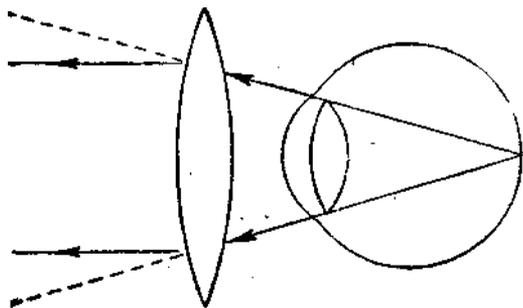
Ход лучей из глаза. Понятие о дальнейшей точке ясного зрения. При различных рефракциях различен также и ход лучей, идущих из глаза наружу. Примем сетчатку за источник света. Очевидно, что если сетчатка принадлежит эмметропическому глазу, то лучи выходят из глаза параллельными и обратно: лучи, исходящие от бесконечно далекого предмета и принимаемые за параллельные, преломятся в оптической системе глаза и пересекутся на сетчатке. Мы говорим поэтому, что дальнейшая точка ясного зрения у эмметропа находится в бесконечности. В гиперметропической глазу лучи, исходящие из сетчатки, берут начало из точки, лежащей внутри фокусного расстояния (так как задний главный фокус в таком глазу находится позади сетчатки), поэтому они будут выходить из глаза расходящимися.

Чтобы сделать расходящиеся лучи, идущие из сетчатки гиперметропического глаза, параллельными, нужно собрать их, т. е. поставить перед глазом двояковыпуклую чечевицу (рис. 9).

Если придать расходящимся лучам, идущим из сетчатки, обратное направление, т. е., по направлению в глаз, они станут тогда сходящимися, пересекутся на сетчатке и вызовут возбуждение ее

светочувствительных элементов. Но сходящихся лучей в природе нет, они исходят только из мнимой точки, находящейся по ту сторону бесконечности. Следовательно, дальнейшая точка ясного зрения гиперметропа находится по ту сторону бесконечности.

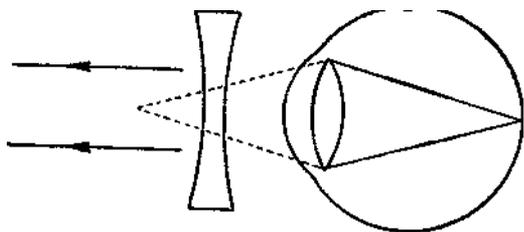
В миопическом же глазу лучи, исходящие из сетчатки, берут начало из точки, лежащей вне фокусного расстояния (задний фокус при миопии не доходит до сетчатки), поэтому они будут вы-



ход световых лучей из сетчатки гиперметропического глаза через двояковыпуклое стекло,

Рис. 9.

ходить из глаза сходящимися. Если перенести в то место, где эти лучи сходятся, светящуюся точку, то по закону сопряженных точек изображение ее очутится как раз на сетчатке. Мы говорим поэтому, что дальнейшая точка ясного зрения при миопии находится на конечном расстоянии от глаза. Чтобы сделать лучи, идущие из миопического глаза, параллельными, нужно рассеять их, т. е. поставить перед глазом двояковогнутое стекло (рис. 10).



Ход световых лучей из сетчатки миопического глаза через двояковогнутое стекло.

Рис. 10.

Офтальмоскопирование в обратном виде. Если осветить участок сетчатки офтальмоскопом, то из освещенного глаза будут выходить лучи, направление которых будет зависеть от рефракции пациента.

При эмметропии, как мы видели, из глаза будут выходить параллельные лучи, при гиперметропии расходящиеся, а при миопии сходящиеся. Поставив перед глазом пациента сильное двояковыпуклое стекло, мы соберем лучи, идущие из глаза пациента, и получим действительное, увеличенное и обратное изображение освещенной части сетчатки, которое и воспринимается врачом через отверстие офтальмоскопа. Практически поступают так: врач усаживается перед пациентом на расстоянии примерно 40 см, а источник света устанавливается позади левого уха пациента.

Осветив офтальмоскопом исследуемый глаз, врач ставит перед ним на расстоянии от него 7-8 см двояковыпуклое стекло в 13,0 D и затем аккомодирует к воздушному изображению, которое находится впереди лупы на 7 (приблизительно) см. Так как изображение находится от врача на расстоянии  $(40 - 7 - 7) = 26$  см, то последний, если он пресбиоп, должен коррегировать свою пресбиопию. Если перед глазом пациента вместо лупы в 13,0 D поставить лупу большей силы, например 20,0 D, то будет виден больший участок глазного дна, но детали будут менее увеличены. Наоборот, с лупой меньшей силы можно охватить меньший участок глазного дна, но зато детали будут лучше различимы.

## АККОМОДАЦИЯ.

Понятие об аккомодации. Параллельные лучи, идущие в глаз эметропа, соединяются как раз на его сетчатке. У миопы задний главный фокус находится, как мы уже говорили, впереди, а у гиперметропа - позади сетчатки. Поэтому ни у миопы, ни у гиперметропа не должно быть ясного зрения вдаль без соответствующих стекол: миоп только тогда увидит далекий предмет, если перед его глазом поставить двояковогнутое стекло; точно также и гиперметроп только тогда должен был бы видеть находящиеся далеко предметы, если бы перед его глазом была поставлена соответствующая двояковыпуклая чечевица. На практике, однако, мы видим, что наши рассуждения верны лишь в отношении миопов, гиперметропы же нередко обходятся приглядении вдаль без двояковыпуклых стекол. Чем же это объясняется? Дело в том, что глаз есть не просто физический прибор, но физиологический орган, обладающий рядом регуляторных приспособлений, применительно к различным обстоятельствам. Одним из таких регуляторных приспособлений и является присущая глазу способность усиливать и ослаблять свою рефракцию. Эта способность называется аккомодацией.

Механизм аккомодации. По общепринятой теории Helmholtz'a, механизм аккомодации рисуется в следующем виде: Циннова связка в обычных условиях натянута, и это натяжение уплощает хрусталик. При сокращении цилиарной мышцы внутриглазное мышечное кольцо перемещается кпереди и суживается, что ведет к расслаблению Цинновой связки. Расслабление последней освобождает хрусталик от натяжения и позволяет ему стать, в силу его эластичности, более выпуклым. Однако, физическое состояние хрусталика не стабильно, оно меняется в течение всей жизни. Эластичность хрусталика с годами уменьшается, поэтому способность его становиться более выпуклым постепенно ослабляется и к старости исчезает совершенно.

Увеличение выпуклости хрусталика естественно усиливает рефракцию глаза. Наоборот, в момент покоя цилиарной мышцы внутриглазное мышечное кольцо возвращается к исходному положению, т. е. расширяется и перемещается кзади, Циннова связка натягивается, и хрусталик уплощается, в силу чего преломляющая способность глаза уменьшается. Таким образом, акт аккомодации совершается благодаря работе цилиарной мышцы: при напряжении

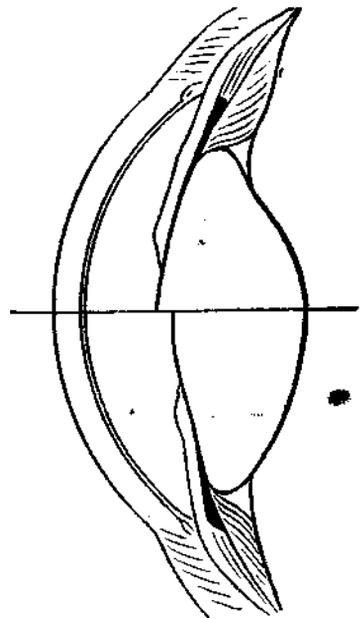
последней преломляющая способность глаза увеличивается (мы говорим тогда, что глаз аккомодирует), а при ее расслаблении уменьшается (мы говорим в этом случае о расслаблении аккомодации).

Исследования *Gullstrand'a*, подтвердив правильность теории *Helmholtz'a*, внесли много нового в понимание механизма аккомодации. В теории *Helmholtz'a* акт аккомодации изучается с точки зрения изменения внешней формы хрусталика, *Gullstrand* же выяснил тот процесс, который происходит во время акта аккомодации внутри самого хрусталика. Оказывается, во время аккомодации содержимое каждого хрусталикового волокна остается в пределах этого же волокна, объем его не меняется, и лишь происходит сдвиг хрусталиковых волокон по отношению друг к другу. Этот сдвиг, помимо изменения радиусов кривизны хрусталиковых поверхностей, ведет еще к повышению общего показателя преломления хрусталика. Таким образом, *Gullstrand'OM* доказано, что повышение преломляющей силы хрусталика при акте аккомодации происходит не только за счет изменения радиусов кривизны хрусталиковых поверхностей, но и вследствие повышения общего показателя преломления хрусталика (экстра- и интракапсулярный механизм аккомодации).

Различие между рефракцией и аккомодацией. Из сказанного вытекает различие между рефракцией и аккомодацией. Рефракция выражает преломляющую способность глаза при покое цилиарной мышцы, аккомодация же означает способность глаза увеличивать преломляющую силу хрусталика при помощи соответствующих изменений в хрусталике (изменение кривизны поверхности, увеличение показателя преломления). Рефракция, следовательно, характеризует глаз как физический прибор, аккомодация же — как физиологический орган (рис. 11).

Кто аккомодирует на далекое расстояние? Эмметропу вдаль незачем аккомодировать, так как параллельные (вернее сказать, принимаемые за параллельные) лучи, идущие в его глаз от далекого предмета, соединяются как раз на его сетчатке. Миоп без стекла *convex* находится в беспомощном положении, так как параллельные лучи, идущие в его глаз, соединяются впереди сетчатки, а аккомодацией он пользоваться не может: напряжение аккомодации еще дальше отодвинуло бы задний фокус от сетчатки, а следовательно еще больше ухудшило бы его зрение.

Что касается гиперметропа, то он без стекла *convex* также должен был бы находиться в беспомощном состоянии, так как па-



Верхняя половина хрусталика изображена в момент аккомодации глаза, а нижняя при расслаблении аккомодации.

Рис. 11.

параллельные лучи, идущие в его глаз от далекого предмета, пересекаются позади сетчатки. В действительности же, как мы на это уже указывали, молодой гиперметроп обходится при зрении вдаль без стекла, так как недостающее ему стекло convex он „изыскивает“ у себя в глазу, напрягая свою аккомодацию.

Аккомодация на близком расстоянии. При приближении к глазу предмета из дальнейшей точки ясного зрения задний главный фокус, как это известно из физики, будет отодвигаться от сетчатки, и если бы глаз был только физическим прибором, мы не могли бы различать предметов, отстоящих от глаз ближе, чем дальнейшая точка ясного зрения. Но глаз, как мы говорили, есть не просто физический прибор, а физиологический орган, умеющий приспособляться. Благодаря аккомодации идущие в глаз лучи сильнее преломляются, и задний главный фокус снова оказывается на сетчатке. Так как по мере приближения предмета к глазу изображение (как то известно из физики) все больше и больше отодвигается от сетчатки, то чем ближе предмет к глазу, тем больше нужно аккомодировать. Наконец, в *ближайшей точке ясного зрения* глаз истощает всю свою аккомодацию, и если поставить объект между ближайшей точкой ясного зрения и глазом, то аккомодации нехватит, и детали предмета уже не будут видны. Таким образом, на близком расстоянии аккомодируют глаза всех типов рефракции, при этом гиперметроп, которому приходится аккомодировать уже вдаль, аккомодирует на близком расстоянии больше, чем эметроп, а миоп будет аккомодировать лишь в том случае, если рассматриваемый предмет находится ближе к глазу, чем дальнейшая точка его ясного зрения. Если, например, миоп в 3,0 D, будет читать книгу, держа ее на расстоянии 33 см, то он все не будет аккомодировать, так как преломляющая сила в 3,0 D соответствует фокусному расстоянию в  $100/3 \text{ см} = 33 \text{ см}$ . В этом

случае он держит книгу как раз в дальнейшей точке ясного зрения. Но если этот же миоп в 3,0 D будет рассматривать какие-либо детали книги, держа ее на более близком расстоянии от глаза, чем 33 см, то в этом случае он вынужден будет аккомодировать.

Составим теперь таблицу аккомодации при разных типах рефракции для дали и близи.

Тип рефракции	Отношение к аккомодации вдаль	Отношение к аккомодации вблизи
Эметроп	Не аккомодирует	Аккомодирует
Гиперметроп	Аккомодирует	Аккомодирует сильнее, чем эметроп
Миоп	Беспомощен без стекол	Аккомодирует только в том случае, если предмет находится ближе к глазу, чем дальнейшая точка его ясного зрения.

Объем аккомодации. Вся сила аккомодации представляет собой, разницу в преломляющей способности глаз при установке его к ближайшей и дальнейшей точке ясного Зрения. Если обозначить "через P — ближайшую точку ясного зрения (punctum proximum), а через R — дальнейшую (punctum remotum) и выразить да-

лее в диоптриях расстояние глаза от Р и от R, то, очевидно, что объем аккомодации  $A = P - R$ .

Наибольшее напряжение глаза, возможное для каждого глаза в отдельности, называется *абсолютным объемом аккомодации*. Наибольшее напряжение глаза, возможное при бинокулярном зрении, называется *бинокулярным объемом аккомодации*.

Относительный объем аккомодации. Иногда при бинокулярной фиксации предмета (при данной конвергенции зрительных осей), например, при чтении, нужно знать, какая часть аккомодативной способности истрачена и какая часть ее осталась. Понятно, что чем больше глаз аккомодирует, тем скорее он устает; наоборот, если запасная часть аккомодации значительно превышает истраченную, то это очень выгодно для глаза.

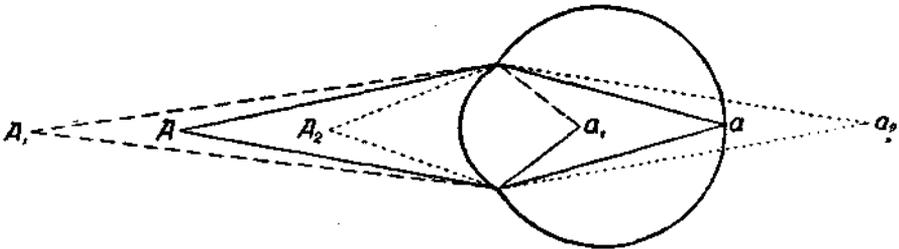


Рис. 12.

Вся аккомодативная способность, какой глаз располагает при данной конвергенции зрительных осей, называется *относительным объемом аккомодации*. Из сказанного выше очевидно, что относительный объем аккомодации состоит из двух частей, отрицательной (т.е. затраченной) и положительной (т.е. оставшейся в запасе)-

Положительную и отрицательную часть относительного объема аккомодации можно легко измерить. Пусть кто-либо читает на определенном расстоянии. Поставим перед его глазами слабые стекла concave — он все же будет ясно читать. Очевидно, что в данном случае он напрягает свою аккомодацию настолько, чтобы преодолеть поставленные перед его глазами стекла concave. Попробуем теперь усилить вогнутые стекла — он все еще будет ясно читать, преодолевая стекла. Наконец, мы дойдем до стекол такой силы, которых он уже не сможет преодолеть, и ясного зрения у него не будет. Самое сильное двояковыпуклое стекло, которое глаз может преодолеть при работе на данном расстоянии, сохраняя ясное зрение, показывает запасную (т.е. положительную) часть относительного объема аккомодации.

Если, наоборот, мы будем приставлять к глазу двояковыпуклые стекла и ясное зрение при этом будет сохраняться, то, очевидно, что стекла convex расслабляют на соответственное число диоптрий его аккомодацию и соответствуют отрицательной (т.е. затраченной) части аккомодации. Поэтому отрицательная часть относительного объема аккомодации определяется самым сильным двояковыпуклым стеклом, какое глаз может преодолеть при работе на данном расстоянии, сохраняя ясное зрение.

*Возможно ли при аккомодации ясное видение нескольких точек, находящихся на различном расстоянии от глаза?*

Во время акта аккомодации можно ясно видеть только на определенном расстоянии. При установке глаза к какой-нибудь точке А, находящейся на определенном расстоянии от глаза, на сетчатке не получатся ясных изображений от точек  $A_1$  и  $A_2$ , которые дадут на сетчатке круги светорассеяния (рис. 12).

Изменения в глазу во время аккомодации. Ввиду той огромной роли, какую аккомодация играет в акте зрения, мы коснемся главнейших изменений в глазу, связанных с этим физиологическим явлением. Они заключаются в следующем:

1) Увеличение кривизны хрусталика происходит неравномерно, передняя поверхность хрусталика становится более выпуклой; тогда как задняя поверхность меняется очень мало.

2) Изменяются фигурки *Purkinje-Sanson'a*. Если держать зажженную свечу сбоку наблюдаемого глаза и смотреть на этот глаз с другой стороны, то в глазу можно заметить три изображения пламени свечи: первое, *a*—прямое изображение, образуется передней поверхностью роговицы, второе, *b*—тоже прямое, лежит на передней поверхности хрусталика и третье, *c*—обратное, дается задней поверхностью хрусталика, которое является в данном случае как бы вогнутым зеркалом. Если субъекту предложить сначала смотреть вдаль, а потом перевести глаза на какой-либо находящийся вблизи предмет, то можно заметить, что первая фигурка остается без перемен, третья также почти не меняет своей величины, вторая же заметно уменьшается, что, как известно из физики, указывает на увеличение кривизны отражающей поверхности (рис. 13).

3) Вследствие увеличения толщины хрусталика зрачковая часть радужки, покоящаяся на передней поверхности у капсулы хрусталика, перемещается кпереди.



Рис. 13.

4) Глубина передней камеры уменьшается.

5) Угол передней камеры становится более острым.

6) Зрачок суживается.

7) Зрительные линии сходятся (глаза конвергируют).

Почему аккомодация сопровождается сужением зрачка и конвергенцией? Объясняется это близким расположением по соседству центров, заведывающих конвергенцией, аккомодацией и сужением зрачка, вследствие чего раздражение одного центра передается и на соседние (рис. 14).

8) Цилиарная мышца утолщается, а ресничные отростки набухают.

9) Внутриглазное давление при акте аккомодации не повышается. Тем не менее должно быть учтено то обстоятельство, что аккомодация сопровождается усиленным приливом крови к цилиарной мышце и уплощением передней камеры. Оба эти момента для лиц, предрасположенных к глаукоме, являющиеся неблагоприятными.

*Можно ли неодинаковым напряжением аккомодации в обоих глазах выравнять неодинаковую рефракцию глаз (анизометропию)?* Возьмем конкретный пример: в одном глазу гиперметропия в 1,0 D, а в другом гиперметропия в 3,0 D. Можно ли допустить

в этом случае, что один глаз будет аккомодировать в 1,0 D, а другой в 3,0 D? *Donders* и *tieling* считали, что это невозможно, а *Hess* окончательно доказал, что импульс к аккомодации одинаково силен для обоих глаз: *оба глаза аккомодируют в одинаковой степени даже при различной рефракции.*

Связь между аккомодацией и конвергенцией. Мы отметили выше, что аккомодация связана с конвергенцией: кто аккомодирует, тот и конвергирует. Однако, связь эта не является абсолютной, и искусственным путем можно ее нарушить.

1) Можно изменить степень аккомодации, сохраняя ту же конвергенцию зрительных осей. Пример: пусть кто-либо читает книгу на определенном расстоянии. Приставим к его глазам такие стекла *consave*, которые он сможет преодолеть, и заставим его читать книгу, держа ее на прежнем расстоянии от глаз: направление зрительных осей (конвергенция) будет сохранено, аккомодация же будет напряжена больше, чем раньше, вследствие необходимости преодолевать приставленные стекла.

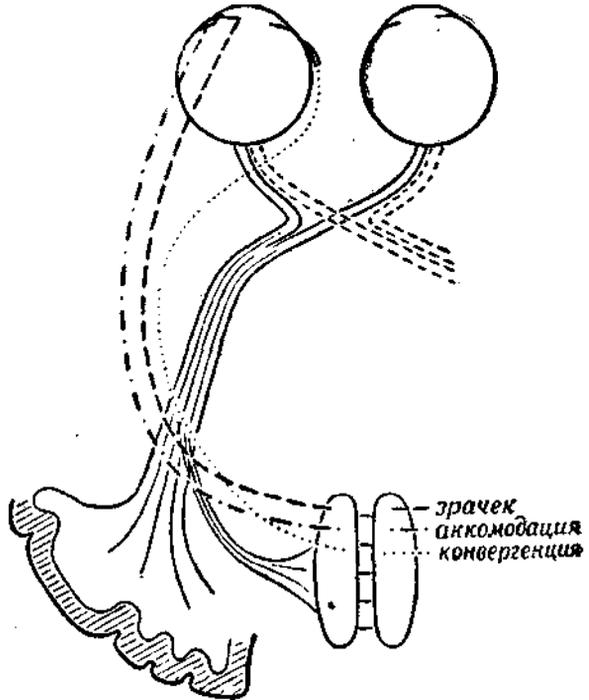


Рис. 14.

2) Можно изменить конвергенцию зрительных осей, не меняя степени напряжения аккомодации. Пример: вызовем поворот глаза (так называемое фузионное движение) при помощи слабой призмы — аккомодация будет сохранена в прежнем состоянии, конвергенция же изменится (подробно о фузионном движении см. „искусственное косоглазие“, стр. 43).

## ОСТРОТА ЗРЕНИЯ.

*Minimum separabilen minimum visibile.* Из физиологии: известно, что две светящиеся точки только тогда различаются как две отдельные точки, если изображение их упадет на 2 светочувствительных элемента сетчатки через одну. Так как линейное протяжение поверхности внутреннего члена колбочки в желтом пятне равно в среднем 0,004 мм, то очевидно, что расстояние между изображением 2 точек на сетчатке должно быть не менее 0,004 мм. Зная это расстояние и положение узловой точки, можно вычислить для каждого глаза то минимальное расстояние, при

котором 2 светящиеся вне глаза точки воспринимаются раздельно. Это расстояние и называется *minimum separabile*. Оно тем меньше, чем меньше линейное протяжение колбочки\*).

В жизни, однако, на остроту зрения влияет не только *minimum separabile*, но и ряд приводящих обстоятельств, как-то, конфигурация букв, контрастность цветов и т. д. Поэтому на практике имеет место *minimum visibile*, при котором разумеют способность глаза улавливать мелкие детали предметов.

Совершенно очевидно, что эти детали мы можем различать, главным образом, благодаря способности видеть раздельно на определенном расстоянии от глаза две светящиеся точки на поверхности этого предмета. Чем меньше расстояние этих точек одна от другой при неизменном расстоянии их от глаз или чем дальше отстоят они от глаз, не отодвигаясь одна от другой, тем, как говорят, зрение острее. Дело сводится, по существу, к определенной величине угла зрения.

Угол зрения. Углом зрения называется угол, составленный линиями, проходящими через две раздельно различимые точки и узловую точку (рис. 17).

\*) Пусть эметропический глаз различает 2 точки А и В, находящиеся от глаза на расстоянии PQ, изображение этих точек — обратное и действительное — будет на сетчатке в точках *a*, *b*. Удалим теперь точки А и В, сохраняя между ними

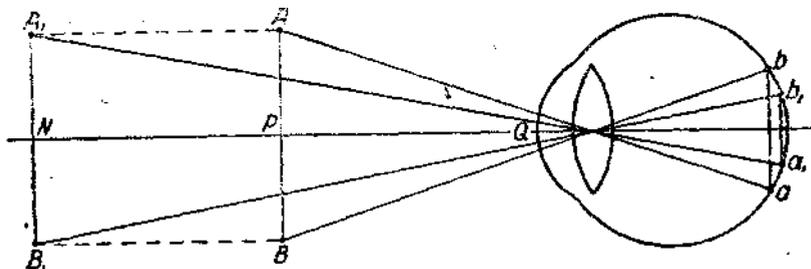


Рис. 15.

ми прежнее расстояние, от глаза на большее расстояние, чем PQ, например, NQ и назовем их теперь  $A_1$   $B_1$ . Очевидно, что изображение точек  $A_1$ ,  $B_1$  будет находиться на сетчатке в новом положении  $a_1$ ,  $b_1$ , которое, как видно из рисунка 15, будет меньше, чем расстояние *ab*. Если мы удалим точки А и В на еще большее расстояние,

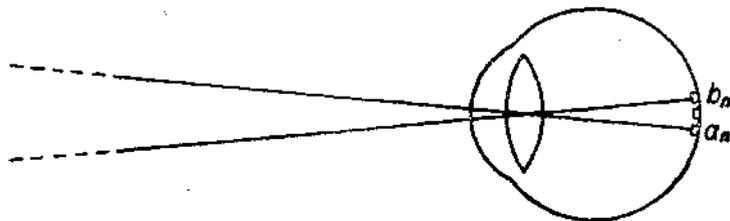


Рис. 16.

яние, их изображение на сетчатке еще больше сблизится, и наступит, наконец, момент, когда эти изображения ( $a_1$  и  $b_1$ ) упадут на 2 колбочки через одну (рис. 16).

При дальнейшем удалении точек А и В от глаза изображения их на сетчатке лягут на соседних колбочках или на одной и сольются в нашем представлении в одну точку.

Чем острее угол зрения, чем ближе отстоят одна от другой две раздельно видимых точки  $a$  и  $b$ , тем более мелкие детали мы можем разглядеть на одном и том же расстоянии предмета от наших глаз, тем больше, значит, острота зрения. Из чертежа (рис. 17) видно, что требуется одинаковая острота зрения, чтобы раздельно видеть точки  $a$  и  $b$  и точки  $a_1$  и  $b_1$ . Последние ближе к глазу, поэтому и расстояние между ними меньше.

Таким образом, в понятие об угле зрения входят два компонента, обуславливающие ту или иную остроту зрения: расстояние двух светящихся точек одна от другой и расстояние их от глаза. Так как вопрос об остроте зрения сводится к величине угла зрения, то можно испытывать остроту зрения как на далеком расстоянии, так и на близком, меняя лишь соответственно величину пробных знаков. И действительно, наряду с обычными применяемыми таблицами для исследования *visus'a* с расстояния в 5 метров, имеются таблицы для той же цели на близком расстоянии, где буквы и другие пробные знаки соответственно мельче. Таковы, например, таблицы Головина и Сивцова.

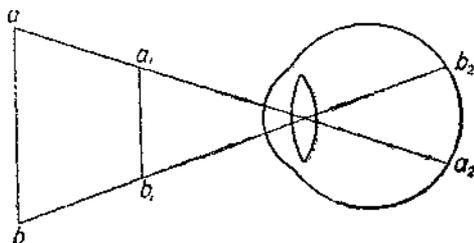


Рис. 17.

Центральное зрение и периферическое. Острота зрения определяется обычно по отношению к желтому пятну (центральное зрение). По направлению к периферии от него *visus* понижается. По исследованиям *Becquer'a*, уже при  $1^\circ$  кнаружи от точки фиксации имеется лишь  $\frac{1}{4}$  остроты центрального зрения, при  $10^\circ - \frac{1}{7}$ , а при  $60^\circ - \frac{1}{100}$ . При выпадении центрального зрения и сохранении периферического (макулиты, далеко зашедшая глаукома) больные стараются смотреть на таблицы не прямо, а повернув голову в ту или другую сторону.

*Примечание.* Косой взгляд пациента при исследовании *visus'a* по таблицам не говорит обязательно за нарушение центрального зрения. Поворот головы при определении остроты\* зрения бывает и при астигматизме.

*Устройство таблиц.* По предложению *Snellen'a* нормальной остротой центрального зрения принято считать ту, при которой глаз различает две светящиеся точки при угле зрения в  $1'$ .

Исходя из этого положения о норме, *neIl'en* построил таблицу несколькими рядами убывающих по размеру букв. Величина букв на этой таблице такова, что каждый штрих видится под углом в  $1'$ . С уменьшением размера букв дистанция их от глаза (при одной и той же остроте зрения) соответственно уменьшается. Сбоку каждого ряда обозначено в футах, на каком расстоянии (D) от глаза буквы этого ряда должны ясно различаться (при так называемой нормальной остроте зрения). Если субъект видит тот или иной ряд на другом расстоянии (обозначено буквой d), то очевидно

что  $\text{visus ego} = \frac{d}{D}$ , например  $15/20$ . Дробь лучше не сокращать чтобы знать, на каком расстоянии производилось исследование.

Футовая система была вскоре заменена метрической. Дальнейшим усовершенствованием был переход на десятичную систему, состоящую в том, что буквы каждого ряда отличаются по своему размеру от букв соседнего ряда на  $\frac{1}{10}$  своей величины. Если рассматривающий последнюю строку на расстоянии 5 метров имеет  $\text{visus}=1,0$ , то очевидно, что если он читает только предпоследнюю строку, то  $\text{visus}$  его  $=0,9$ . На таблице для грамотных напечатаны буквы, для неграмотных же — различные пробные знаки,} например, кольца (интернациональная таблица Ландольта), для маленьких детей — игрушечные картинки.

При  $\text{visus}$ 'е меньшем, чем  $0,1$ , подводят больного постепенно к таблице. Если он различает первую строку на расстоянии четырех метров, то  $\text{visus} = 0,08$ , на расстоянии трех метров —  $\text{visus}=0,06$ , двух метров —  $0,04$ , одного метра —  $0,02$ . При более низком  $\text{visus}$ 'е показывают на черном фоне пальцы, прося больного сосчитать их. Если исследуемый считает пальцы на расстоянии меньшем, чем  $\frac{1}{3}$  метра, то такое зрение определяется, как „гражданская слепота“. Дальше идут в порядке последовательного понижения зрения: счет пальцев перед глазом, светоощущение ( $1/''$ ) и абсолютная слепота — ( $v = 0$ ). При наличии светоощущения определяют, правильная ли у субъекта проекция света.

„Нормальное“ зрение и индивидуальное. Острота зрения, равная единице, считается нормальной, однако, в жизни мы встречаем сплошь и рядом у молодых субъектов  $\text{visus}$  гораздо больший, чем  $1,0$ . Поэтому надо иметь в виду и индивидуальные особенности случая. Если, например, у субъекта до сыпного тифа был  $\text{visus} = 2,0$ , а после болезни  $\text{visus}$  пал до  $1,0$ , то это есть заметное понижение остроты зрения, которое можно ставить в связь с патологическим процессом в зрительном нерве, тогда как с точки зрения средней нормы  $\text{visus}$  его нормален.

Монокулярный  $\text{visus}$  и бинокулярный. На практике исследуют остроту зрения каждого глаза в отдельности. Бинокулярная же острота зрения (при бинокулярной фиксации) обычно на  $1-2$  десятых выше монокулярной.

*Какие обстоятельства могут оказывать влияние на остроту зрения?*

1. Давление на глазное яблоко. Исследуя  $\text{visus}$  какого-либо глаза, мы обыкновенно просим больного закрыть другой глаз рукой. Исполняя требование врача, больной давит при этом рукой глаз, и это обстоятельство вызывает потом на некоторое время понижение  $\text{visus}$ 'а этого глаза. Ввиду этого приходится некоторое время ждать) пока у пациента не исчезнут неприятные субъективные ощущения „затуманивания“ зрения, вызванные давлением на глаз. Это же обстоятельство может повлиять на точность исследования.

Нужно взять за правило, что глаз при исследовании  $\text{visus}$ 'а следует *прикрывать*, но ни в коем случае нельзя *давить* на него. Лучше всего прикрывать его каким-либо щитком.

2. Ширина зрачка. Расширение зрачка ведет к понижению остроты зрения. Объясняется это тем, что с расширением зрачка открывается большой доступ для прохождения через периферические части хрусталика лучей, преломляющихся сильнее тех, которые

проходят через центр хрусталика. Это влечет за собой усиление сферической аберрации, а следовательно, и понижение остроты зрения.

Однако, и чрезмерное сужение зрачка тоже нежелательно, так как при прохождении лучей через узкое отверстие зрачка изображение предмета на сетчатке может стать расплывчатым из-за явления диффракции света.

Диффракция света заключается в отклонении световых лучей от прямолинейного пути при прохождении их через очень узкие щели или отверстия или же при падении на очень маленькие предметы.

Таким образом, для хорошей остроты зрения нужно, чтобы зрачок не был ни слишком широким ни слишком узким. По вычислениям Вербицкого, наилучшая острота зрения бывает при диаметре зрачка в 3 мм.

Поэтому нужно всегда обращать внимание на ширину зрачка у пациентов. При исследовании *visus'a* у атропинизированных субъектов к глазу с широким зрачком приставляют металлический кружок с небольшим круглым отверстием, диаметр которого равен диаметру зрачка нормального человека.

3. Характер таблиц. В различных таблицах имеются буквы различной узнаваемости, поэтому нередко случается, что на одной и той же таблице пациент, прочитав все буквы какой-либо строки, разбирает еще часть букв следующей строки и даже одну—две буквы с третьей строки. Случается и так, что различные таблицы, напр. Крюкова и Ландольта, дают различный *visus* с разницей, доходящей до 0,1. Для точности лучше указывать, по какой таблице произведено исследование *visus'a*. В настоящее время у нас принято пользоваться таблицами Головина и Сивцова.

4. Освещение таблиц. Часто бывает чрезвычайно важно определить пограничные цифры остроты зрения в зависимости от специальных требований. Тут неточность в 0,1 иногда решает судьбу человека, напр. *visus* в 0,4 и 0,5 на правый глаз при поступлении в Красную армию, 0,8 и 0,9 при освидетельствовании поступающих в авиационную школу. Между тем на результат исследования оказывает большое влияние освещение таблиц. Если пользоваться дневным (солнечным) светом, то таблицы должны висеть против окна, но и это не гарантирует однородности результатов исследования в различное время дня. Известно, что при солнечной погоде можно получить *visus* больший, чем при пасмурной. Далее, на освещение пробных знаков может оказывать влияние, на какую сторону выходят окна (восток, запад, север, юг). Чтобы иметь более или менее постоянный источник света, некоторые окулисты производят исследование *visus'a* в темной комнате, освещая таблицы в аппарате Рота электрической лампой. Недостатком такого способа, однако, является то обстоятельство, что в темной комнате возможно расширение зрачка в той или иной степени. Поэтому наиболее приемлемым нам кажется следующий способ: исследование *visus'a* производится при дневном свете, но таблицы в аппарате Рота освещены, кроме того, электрической лампой в 25 свечей.

5. Иррадиация. Далеко небезразлично для остроты зрения, нанесены ли на таблицах черные объекты на белом фоне или бе-

лые на черном фоне. Иррадиация сказывается в том, что белые объекты на черном фоне кажутся нам большими, чем их действительная величина. Явление иррадиации иллюстрирует следующий рисунок.



Белый квадратик на черном фоне нам кажется большим, чем черный на белом фоне

Рис. 18.

В настоящее время таблицы для определения остроты зрения содержат черные знаки на белом фоне.

6. Возраст пациента. На остроту зрения может оказывать влияние и возраст: с годами преломляющие среды глаза становятся менее прозрачны и даже при отсутствии каких-либо патологических процессов в глазу (катаракта, глаукома и пр.) *visus* заметно понижается (к 80 годам на 2—3 десятых).

7. Состояние преломляющих сред и патологические процессы в глазу. Тем более понижают остроту зрения различные патологические изменения в глазу, например, глаукома, начинающаяся катаракта, неврит и т. п., а также и помутнения преломляющих сред глаза. Это очевидно без пояснений.

8. Утомление глаз. Если исследовать *visus* после того, как больной подвергался перед этим ряду исследований, как, например офтальмоскопирование, периметрия и пр., то можно получить, вследствие наступившей усталости больного, *visus* ниже действительного. Нужно взять за правило: в первую очередь исследовать *visus*, и только после определения *visus*'а подвергать больного дальнейшему исследованию — скиаскопия, периметрия, кампиметрия и проч.

9. Рефракция. При эмметропии мы имеем полный *visus* в молодые и средние годы. При миопии продуктивность зрения падает соответственно степени миопии. Если на дне глаза нет видимых патологических изменений, то при миопии средних степеней коррекция может дать полный *visus*. При  $M$  выше 10,0  $D$  острота зрения с коррекцией в большинстве случаев низка, равняясь 0,2—0,3.

При слабой гиперметропии *в молодые годы* обычно бывает полный *visus* без стекол (гиперметропы вдаль аккомодируют), причем острота зрения у таких субъектов бывает даже выше, чем у эмметропов. С возрастом же аккомодация его постепенно слабеет и не в состоянии восполнить недостаток его рефракции, ввиду чего и *visus* с каждым годом слабеет. У такого субъекта острота зрения заметно повышается при коррекции стеклами.

Что же касается высоких степеней гиперметропии, то острота зрения в этих случаях может быть низка, и даже коррекция не дает заметного улучшения.

*Относительная и абсолютная острота зрения.* Принято называть остроту зрения без коррекции *относительной*, а с коррекцией — *абсолютной*.

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ТОЧКИ ЯСНОГО ЗРЕНИЯ.

Дальнейшая точка ясного зрения характеризует ту или иную рефракцию, поэтому определить рефракцию у данного субъекта это значит узнать, где находится дальнейшая точка его ясного зрения. Мы располагаем для определения рефракции (или, что то же, дальнейшей точки ясного зрения) методами субъективными и объективными.

### Субъективные методы.

Метод, основанный на показаниях остроты зрения. Определяют сначала *visus* больного без коррекции. Затем приставляют к испытываемому глазу сферические стекла (*convex* и *concave*) и спрашивают больного, улучшают они его *visus* или нет. Если стекла *convex* ухудшают зрение, а *concave* улучшают, то это говорит скорее за *миопию*. Если стекла *convex* улучшают зрение или во всяком случае не ухудшают его, а *concave* ухудшают зрение или не улучшают, то это дает право предполагать наличие *гиперметропии*. Наконец, при *эмметропии* стекла *convex* ухудшают зрение, а *concave* не улучшают.

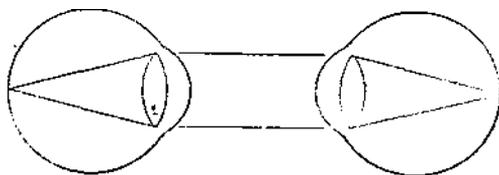
Способ это неудобен тем, что дает много простора для симуляции и аггравации низкого зрения и, кроме того, неприменим в тех случаях, где понижение зрения не связано с рефракцией (атрофия зрительных нервов, глаукома и т. д. и т. п.).

2. Определение рефракции путем редуцирования дальнейшей точки ясного зрения. Проще всего было бы просто измерить расстояние дальнейшей точки ясного зрения от глаза. Если у пациента имеется *миопия*, при которой дальнейшая точка ясного зрения находится на близком расстоянии от глаза, то сделать это легко. При *эмметропии* же врачу, чтобы измерить это расстояние, пришлось бы удалиться на бесконечно далекое расстояние, а при *гиперметропии* еще дальше — по ту сторону бесконечности. Чтобы не ставить себя в такое „неловкое” положение, можно дальнейшую точку ясного зрения искусственно приблизить к глазу (редуцировать). Для этого „мы приставляем к глазу пациента сильное двояковыпуклое стекло и определяем (измеряем) затем, на каком дальнейшем расстоянии от глаза он ясно различает с этим стеклом показываемый ему предмет. Переводя это на расстояние в диоптрии, мы из полученного числа диоптрий вычитаем силу того стекла, которое было приставлено к глазу, остаток и показывает его рефракцию. Например, со стеклом  $-4,40\text{ D}$  дальнейшая точка ясного зрения пациента находится в 25 см. от глаза, что соответствует *миопии* в  $4,0\text{ D}$ . Для определения рефракции мы рассуждаем так: пациент стал *миопом*  $+4,0\text{ D}$  после того, как мы приставили к его глазу стекло в  $+4,0\text{ D}$ . Стало быть, его рефракция  $= 4,0\text{ D} - 4,0\text{ D} = 0$ , т. е. наш пациент — *эмметроп*. Метод этот на практике не привился. Измерять расстояние и производить вычисления — дело довольно громоздкое. К тому же способ субъективен, все зависит от показаний больного.

Метод определения рефракции путем исследования глазного дна в прямом виде. Известно, что из сетчатки

эмметропического глаза выходят лучи параллельные. Если такие лучи будут направлены в другой эмметропический глаз, то они, преломившись в прозрачных средах глаза, соединятся на сетчатке и дадут на ней прямое изображение предмета. Значит, если врач-эмметроп вплотную подойдет к глазу пациента-эмметропа (причем оба они не будут аккомодировать), то он ясно увидит в прямом виде его глазное дно, если оно будет освещено (рис. 19).

Практически такое исследование в прямом виде глазного дна осуществляется таким образом, что врач, помещаясь на расстоянии



Глаз врача-эмметропа. Глаз пациента-эмметропа.  
Рис. 19.

1,5—2 см от глаза пациента, освещает офтальмоскопом его глазное дно и воспринимает идущие обратно из глаза лучи через отверстие офтальмоскопа. При этом ни наблюдатель, ни исследуемый не должны аккомодировать. Если врач-эмметроп, пользуясь этим методом, не видит в прямом виде глазное дно пациента, то, значит, последний не эмметроп. Исправляя теперь рефракцию пациента сферическими стеклами до тех пор, пока не будет ясно различимо глазное дно, мы по силе приставленного стекла можем судить о рефракции пациента (рис. 20).

Так как в принципе для того, чтобы видеть глазное дно в прямом виде, важно, чтобы рефракция врача и пациента в сумме составляла два эмметропических глаза, то эта сумма может быть разложена и не поровну. Например, врач-гиперметроп в 3,0 D будет видеть глазное дно миопы в 3,0 D без приставления к глазу каких-либо стекол, так как  $-3,0 D + 3,0 D$  в сумме дают 0, т. е. два эмметропических глаза. Другой пример: врач-миоп в 7,0 D будет видеть глазное дно гиперметропа в 7,0 D. Таким образом, если врач знает свою рефракцию, то он может и не корректировать ее, приняв ее лишь во внимание при окончательном расчете.



Офтальмоскопирование в прямом виде.  
Рис. 20.

Пример: врач-гиперметроп в 2,0D, не корректируя своей рефракции, видит глазное дно пациента после приставления к его глазу стекла convex в 1,0D. Какова рефракция пациента?

В данном случае мы имеем уравнение: гиперметропия в 2,0 D  $(-2,0D) + 1,0D + x = 2$  эмметропических глаза = 0, или проще:

—  $2,0D + 1,0D + x = 0$ ; —  $1,0D + X = 0$ ;  $X = 1,0D$ , т. е. наш пациент миоп в  $1,0D$ .

Так как брать стекла из очкового набора, вставлять их в очковую оправу и вынимать крайне неудобно и отнимает много времени, то устроены так называемые рефракционные офтальмоскопы, в которых позади зеркала находятся вращающиеся диски с двояковыпуклыми и двояковогнутыми стеклами различной силы. Поворотом винта можно поставить перед глазом любое сферическое •стекло, имеющееся в офтальмоскопе.

Оценка этого метода. При указанном методе определения рефракции врач не зависит от показаний пациента, и этот метод можно было бы считать идеальным, если бы не одно чрезвычайно важное обстоятельство, которое в значительной мере его обесценивает. Дело в том, что все наши рассуждения были справедливы при предположении, что ни врач, ни пациент не аккомодируют и что у них имеется лишь та или иная рефракция. В действительности же они оба могут аккомодировать. Аккомодацию пациента мы можем парализовать на время атропином, врач же в обычных условиях своей работы не пускает себе в глаза атропина и аккомодирует. Бея суть в том, что он не знает, насколько он аккомодирует. Врач-эмметроп при разглядывании глазного дна в прямом виде оказывается *de facto* миопом, но в какой мере — ему это остается неизвестным. Таким образом, в необходимом при этом способе уравнении: „глаз врача + глаз пациента = 2 эмметропических глаза” оба ингредиента входят как неизвестные величины. Получается как бы уравнение с двумя неизвестными. Вот потому-то этот метод и нельзя считать объективным.

Определение урвоня различных частей глазного дна. Тем не менее указанный способ определения рефракции путем исследования глазного дна в прямом виде сохранил некоторое значение и до настоящего времени, а именно, для измерения различия в уровне отдельных частей глазного дна. Дело в том, что если какая-либо часть глазного дна выдается над уровнем окружающих частей, например, при застойном соске, то расстояние ее от узловой точки укорачивается, и рефракция глаза соответственно этому месту уменьшается. Например, если застойный сосок бывает в эмметропическом глазу, то рефракция этого глаза по отношению к застойному соску будет гиперметропической. Рассматривая глазное дно в прямом виде, врач увидит ясно только часть его и одновременно не сможет различать деталей, находящихся на другом уровне. Чтобы увидеть последние, он должен изменить оптическую систему и вставить между своим глазом и глазом пациента соответствующее сферическое стекло. Это стекло и будет показывать разницу в рефракции различных частей глазного дна, находящихся на неодинаковом уровне.

Так как разнице рефракции в  $3,0D$  соответствует различие в уровне отдельных частей глазного дна приблизительно на  $1\text{ мм}$ , то можно таким образом вычислить, насколько та или иная точка «а дне глаза возвышается над уровнем окружающих частей сетчатки или, напротив, углублена на глазном дне.

Указанный способ имеет практическое значение: пользуясь им, можно определить глубину истинной задней стафиломы при миопии, степень экскавации при глаукоме и т. д. и т. п.

## Объективный метод (скиаскопия).

Если с помощью глазного зеркала навести свет на зрачок пациента и вращать зеркало справа налево или сверху вниз, то можно заметить в области зрачка синхроничное с движением зеркала движение тени либо в ту же сторону, куда движется зеркало, либо в противоположную. При этом, если от плоского зеркала (скиаскопа) тень движется в ту же сторону, то при движении вогнутого стекла (офтальмоскопа) движение тени будет направлено в противоположную сторону, и наоборот.

*Основное положение скиаскопии:* только яри одном условии движение тени исчезает (какое бы зеркало мы ни взяли — плоское или вогнутое) — *если глаз наблюдателя находится в дальнейшей точке ясного зрения исследуемого глаза.* Отсюда вытекает, что самый простой способ определить рефракцию заключается в том, чтобы найти такое место (нейтральную точку), где можно констатировать исчезание тени при движении зеркалом, а затем измерить линейкой расстояние от этого места до глаза пациента. На практике, однако, этой возможностью не приходится пользоваться по следующим причинам: 1) при измерении линейных расстояний возможны ошибки; 2) указанным путем можно исследовать рефракцию лишь миопов, у которых дальнейшая точка ясного зрения находится на конечном расстоянии от глаза. При эмметропии же врачу пришлось бы отодвигаться в поисках нейтральной точки в бесконечность, а при гиперметропии — по ту сторону бесконечности. Поэтому поступают иначе: усаживают на определенном расстоянии против пациента (скажем, на расстоянии 1 метра) и, наведя глазным зеркалом свет на зрачок пациента, приставляют к его глазу оптические стекла (из тут же находящегося очкового набора) различной силы до тех пор, пока движение тени не исчезнет. Далее мы рассуждаем так: раз тень на расстоянии 1 метра никуда не движется, то мы находимся в дальнейшей точке ясного зрения пациента, т. е. мы превратили последнего с тем или иным, стеклом (напр. с +5,0 D) в миоп в 1,0 D. Чтобы сделать его эмметропом, очевидно, надо из стекла + 5,0 D вычесть 1,0D, остается +4,0D, т. е. наш пациент гиперметроп в 4,0D.

Еще несколько примеров: 1) допустим, что движение тени исчезает после приставления к глазу пациента стекла  $B+0,5D$ . Рассуждения аналогичны описанному выше случаю: наш пациент стал миопом в 1,0 D после того, как мы приставили к его глазу стекло +0,5D; очевидно, что эмметропом он станет, если из стекла +0,5 D вычесть 1,0 D, остается — 0,5 D, т. е. наш пациент миоп в 0,5 D. 2) Допустим, что тень исчезает после приставления к глазу пациента стекла concave в — 7,0 D. Рассуждаем попрежнему: пациент стал миопом в 1,0 D после того, как мы приставили к его глазу стекло — 7,0 D; чтобы он стал эмметропом, очевидно, надо из стекла concave — 7,0D вычесть 1,0D, получится — 8,0 D, т. е. наш пациент миоп в 8,0D. Отсюда вытекает правило: *из алгебраической величины стекла, с которым тень исчезает, всегда вычитают 1,0 D.* Полученное число диоптрий корректирует пациента до эмметропии и соответствует той или иной рефракции.

Как же узнать, в каких случаях надо приставлять к глазу concave, а в каких concave? При помощи построения соответствующих

чертежей можно убедиться, что при пользовании офтальмоскопом *одноименное движение тени означает миопию больше 1,0 D* следовательно, для нейтрализации тени надо брать из очкового набора стекла concave; *если же тень движется в противоположную сторону, то перед нами одна из трех возможностей: либо миопия меньше 1,0 D, либо эмметропия, либо гиперметропия.* Во всех трех случаях надо приставлять к глазу пациента стекло convex. При пользовании плоским зеркалом соотношения обратные: при миопии больше 1,0 D тень движется в противоположную сторону, а при миопии меньше одной диоптрии, эмметропии и гиперметропии движение тени одноименное.

Как отличить плоское зеркало (скиаскоп) от вогнутого (офтальмоскопа)? Так как характер зеркала влияет на направление тени, то нужно уметь отличать плоское зеркало от вогнутого. При помощи зеркала наводят „зайчик“ от источника света (пламени свечи) на стену: от вогнутого зеркала изображение пламени свечи будет четким и представлено в обратном виде (острием вниз).

Каким зеркалом лучше пользоваться при скиаскопии-скиаскопом или офтальмоскопом? Офтальмоскоп очень удобен, так как им можно одновременно и скиаскопировать и офтальмоскопировать, т. е. рассмотреть глазное дно. Скиаскоп же дает более точные данные о рефракции. „Идеальная постановка оптических условий, — пишет С. С. Головин, — требует чтобы в одной точке находился и глаз наблюдателя и источник освещения. При плоском зеркале источником освещения является

1 Положим, что в исследуемом глазу миопия больше 1,0 D (текст и чертежи заимствованы из учебника Крюкова - Одинцова). Лучи, идущие от источника света А (см. рис. /JJ, падают на зеркало офтальмоскопа, находящееся в положении 1—1, отражаются от него и соединяются в  $a$ , откуда идут в исследуемый глаз где и освещают известный участок  $B$ ; так как исследуемый глаз миопический, то лучи света, выходя из глаза от  $b$ , принимаюг сходящееся направление и соединяются в дальнейшей точке ясного зрения э т о глаза, напр. в  $c$ ; из  $c$  они в виде расхо-

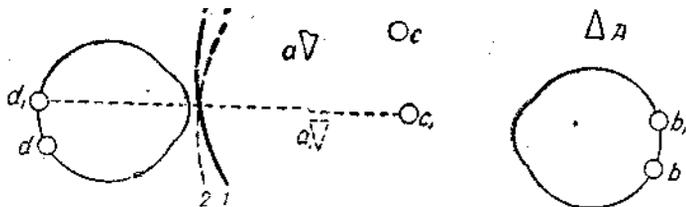


рис. 21.

дящегося пучка идущего через отверстие в зеркале в глаз наблюдателя и освещают на его сетчатке участок  $d$ . Если теперь исследующий, сделав движения зеркалом, слева направо, т. е. даст ему положение 2—2, то получится следующее: изображение пламени  $a$  передвинется в  $a_1$ , в исследуемом глазу изображение передвинется из  $b$  в  $b_1$ , воздушное изображение освещенного места передвинется из  $c$  в  $c_1$ , освещение в глазу исследуемого переместится из  $d$  в  $d_1$ . Проецировать в пространстве передвижение освещения (и тени), происшедшее в глазу наблюдателя, последний будет в обратную сторону, т. е. к  $c_1$ , так что ему будет казаться, что тень (освещение) передвигается в ту же сторону, что и зеркало офтальмоскопа, следовательно, слева направо.

Итак, если при пользовании офтальмоскопом тень движется в ту же сторону, то перед нами миопия выше 1,0 D.

Иначе будет дело, если исследуемши глаз гиперметропический или эмметропический или миопический менее 1,0 D (рис. 22).

отражающая поверхность самого зеркала. Зеркало же находится столь близко от глаза, что небольшим расстоянием между ними в обычной практике можно пренебречь. При вогнутом же зеркале источником освещения служит не поверхность самого зеркала непосредственно, а находящееся в его фокусе воздушное изображение пламени. Поэтому здесь уже необходимо принимать во внимание фокусную длину взятого зеркала и вычисление диоптрий производить так, как будто бы глаз наблюдателя находится там же, где и источник освещения, т. е. в фокусной точке зеркала". Так как фокусное расстояние офтальмоскопа—15 см, то значит, сидя при скиаскопировании против больного на расстоянии 1 метра, нужно поправку делать не на 1 метр (1,0 D), а на 85 сантиметров.

{ $^{100}/_{85} = 1,176$  D). Практически же удобнее скиаскопию производить при помощи офтальмоскопа с расстояния 1 метра 15 см, а поправку делать на 100 см (1,0 D). Вот потому-то в учебниках рекомендуют при скиаскопировании офтальмоскопом усаживаться против пациента на расстоянии *метра с небольшим*. При пользовании же скиаскопом поправка при скиаскопировании делается точно на величину расстояния между врачом и пациентом, т. е. врач усаживается, например, на расстоянии 1 метра, а поправку нужно делать на 1,0 D.

Является ли скиаскопия действительно объективным и точным методом исследования рефрак-

При прямом положении зеркала офтальмоскопа в положении 1—1, лучи от источника света соединяются в  $a$ , отсюда пойдут в исследуемый глаз, где и осветят участок  $b$  так же как в первом случае. Но если исследуемый глаз гиперметропиче-

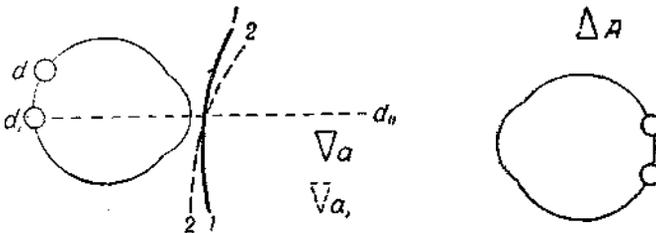


Рис. 22.

ский, то лучи света, выйдя из него, примут расходящееся направление; если эмметропический,— то параллельное, следовательно, они нигде не соединятся на протяжении между исследуемым и исследующим. Если глаз миопический слабее 1,0 D—то лучи по выходе из него будут, правда, иметь сходящееся направление, но, так как дальнейшая точка ясного зрения лежит на расстоянии больше метра от исследуемого глаза, то соединятся они только позади глаза исследователя. Следовательно, во всех этих трех случаях лучи, вышедшие из глаза, нигде не дадут воздушного изображения, а пойдут прямо в глаз наблюдателя, где и осветят участок  $y$ . Если теперь исследующий передвинет зеркало офтальмоскопа слева направо, в положение 2—2, то  $a$  передвинется в  $a_n$ ,  $b$  передвинется в  $b_n$  и  $d$  в  $d_n$ . Так как на сетчатке исследователя освещение передвинулось из  $d$  в  $d_n$ , т. е. слева направо, то проецировать это передвижение он будет в обратную сторону, справа налево, в  $d_n$ . Значит, при движении зеркалом слева направо тень кажется ему переместившейся справа налево, т. е. в сторону, обратную движению зеркала.

Итак, если при пользовании офтальмоскопом тень движется в обратную сторону, то перед нами либо миопия менее 1,0 D, либо эмметропия, либо гиперметропия.

ции? Скиаскопируя, мы совершенно не зависим ни от рефракции, ни от аккомодации врача-наблюдателя. Что же касается пациента, то его аккомодация может оказывать некоторое влияние на результат исследования, поэтому самые точные результаты получаются тогда, когда глаз пациента атропинизирован. Ввиду изложенного на глазных амбулаторных карточках обычно имеется такая графа:

Результаты скиаскопии	
без mydriasis	с mydriasis

Атропинизация крайне неудобна для больного, так как лишает его на некоторое время возможности работать на близком расстоянии. Для того, чтобы и без mydriasis получить более или менее точные данные, нужно, чтобы больной расслабил свою аккомодацию. Для этого: 1) скиаскопирование нужно производить

в длинной и темной комнате, чтобы больному не на чем было сосредоточить свое внимание; 2) нужно просить больного смотреть вдаль, мимо уха наблюдателя.

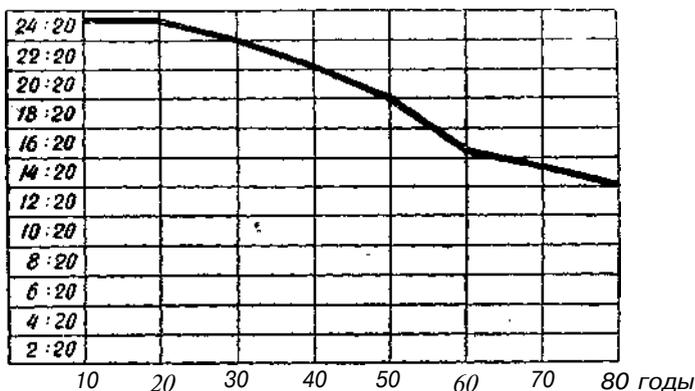
Изменения глаз с возрастом. С годами многое меняется в глазу, поэтому, не зная возрастных изменений глаза, нельзя объяснить многие моменты динамики зрения (острота зрения, ширина аккомодации и т. д.). Главнейшие возрастные изменения в эметропическом глазу следующие:

- а) блеск роговицы уменьшается;
- б) появляется геронтохон;
- в) зрачок суживается;
- г) передняя камера уплощается;
- д) склера становится плотной;
- е) хрусталик постепенно теряет эластичность, и с двадцатилетнего возраста в нем начинает развиваться ядро;
- ж) хрусталик сильнее отражает свет, что иногда служит причиной диагностических ошибок: врачи неспециалисты принимают иногда при наружном осмотре сероватый или зеленоватый рефлекс, идущий из глаза, за начинающуюся катаракту или глаукому, тогда как ни катаракты, ни глаукомы у больного не имеется;
- з) стекловидное тело становится менее прозрачным, чем в молодости, в нем появляются даже форменные элементы;
- и) стекловидная пластинка chorioideae претерпевает дегенеративные изменения;
- к) во внутреннем зернистом слое сетчатки развивается кистовидное перерождение;
- л) следствием всех этих изменений является понижение зрения.

Если обозначить на абсциссе возрасты по десятилетиям, а на ординате *visus*, то можно составить диаграмму (рис. 23). Как видно из этой диаграммы, особенно резкое падение зрения наблюдается в возрасте 50—60 лет.

м) уменьшение ширины аккомодации. Ширина аккомодации зависит от двух обстоятельств — расстояния от глаза ближайшей и дальнейшей точки ясного зрения. Какие же происходят с возрастом изменения в положении ближайшей точки и дальнейшей? Оказывается, ближайшая точка ясного зрения с каждым годом все больше и больше отодвигается от глаза. Объясняется это тем, что гибкость хрусталика, а следовательно, и аккомода-

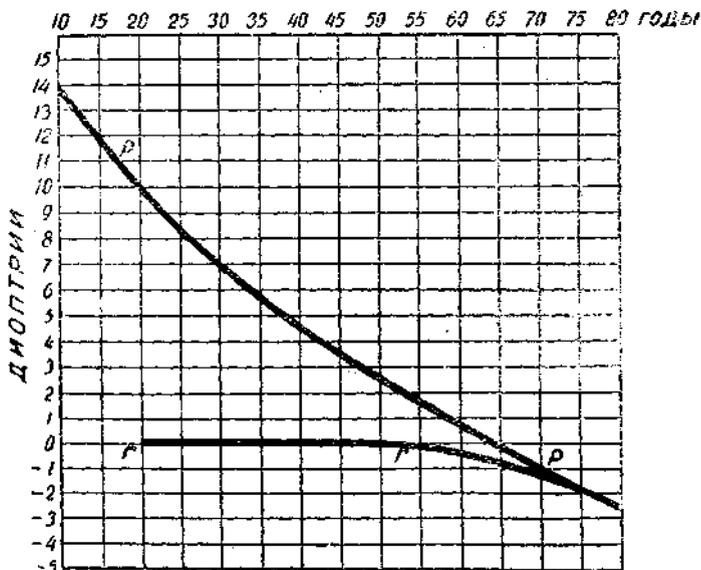
тивная способность с момента рождения ребенка с каждым годом: уменьшается, поэтому в случае сильного приближения предмета к глазу лучи, идущие от него в глаз, уже не могут настолько сильно преломиться, чтобы изображение попало на сетчатку. Чтобы это изображение очутилось все же на сетчатке, приходится отодвигать предмет от глаза с каждым годом все больше и больше. Наконец, рассматриваемый объект приходится удалять от глаза



Кривая остроты зрения по Donders'у.

Рис. 23.

настолько далеко,— что детали его перестают различаться. Вот это-то явление и называется пресбиопией (по-русски— „старческая дальнозоркость“). Таким образом, пресбиопией называется такое возрастное (а следовательно физиологическое) изменение аккомо-



Изменение положения дальнейшей точки ясного зрения в связи с возрастом (по Donders'у).

Рис. 24.

дательной способности хрусталика, при котором ближайшая точка ясного зрения отодвигается от глаза больше чем на 25—30 см. Очевидно, что помочь такому субъекту можно только путем назначения двояковыпуклых очков, которые должны как бы заменить ему утраченную благодаря возрастным изменениям аккомодативную способность хрусталика.

Что происходит с дальнейшей точкой ясного зрения? По *Donders'у*, до 55—60 лет она остается на месте, но после этого возраста может постепенно отодвигаться на расстояние, соответствующее 2—3 диоптриям, так что эмметроп в 75—80 лет может стать на старости гиперметропом в 1—2 диоптрии. Так как к этому времени аккомодативная способность хрусталика окончательно утрачивается, то как ближайшая, так и дальнейшая точка ясного зрения эмметропа, наконец, совпадают, встречаясь в отрицательном пространстве, „по ту сторону бесконечности“ (рис. 24).

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГИПЕРМЕТРОПИЧЕСКИХ ГЛАЗ.

Важнейшие термины. Гиперметропическим глазом мы условились называть такой, в котором задний главный фокус находится позади глаза. Очевидно, что фокус может там очутиться по двум причинам: либо передне-задняя ось глаза коротка (осевая гиперметропия), либо преломляющая способность прозрачных сред глаза недостаточна (рефракционная гиперметропия). Кроме этих двух терминов, окулисту приходится встречаться еще с названиями: „явная гиперметропия“ и „скрытая гиперметропия“. Дело в следующем: обычно цилиарная мышца находится в состоянии известного тонуса, который у молодых гиперметропов часто переходит в спазм. Так как напряжение аккомодации маскирует (скрывает) часть гиперметропии, то очевидно, что выявить эту скрытую часть гиперметропии можно, лишь парализовав аккомодацию при помощи атропина.

Пример, пусть перед нами субъект, острота зрения которого повышается при приставлении к глазу стекла  $\text{convex}+1,0\text{D}$ . Более сильное стекло ухудшает зрение. Мы вправе, казалось бы, сделать заключение, что пред нами гиперметроп в  $1,0\text{D}$ , фактически же наш пациент (по проверке после атропинизации) гиперметроп в  $2,0\text{D}$ , причем одна диоптрия покрывается (маскируется) напряжением аккомодации. Та часть гиперметропии, которую мы выявили при помощи стекол, не парализуя аккомодации пациента, (resp. без пускания в глаз атропина) называется явной гиперметропией (*H. manifestata*); та же, которую удастся выявить только после паралича аккомодации, есть скрытая гиперметропия (*H. latentata*).

Явная гиперметропия и скрытая дают в сумме *всю* гиперметропию (*H. totalis*).

Усиленная аккомодация как причина частых конъюнктивитов и блефаритов. Благодаря тому, что гиперметроп вынужден постоянно аккомодировать и вдаль и вблизи, цилиарная мышца (именно круговые волокна ее) гипертрофируется. Работа этой мышцы, при большом спросе на аккомодацию, сопровождается ее гиперемией, что не может не отразиться на кровообращении всего переднего отрезка глазного яблока и кровообра-

щении век. Гиперемия конъюнктивы, обуславливая ненормальные условия питания тканей, создает благоприятные условия для размножения микроорганизмов — отсюда частота конъюнктивитов и блефаритов при гиперметропии.

*Asthenopia accomodativa*. Очень часто гиперметропы жалуются на то, что устают при чтении. Это и понятно: для того, чтобы глаза не уставали преждевременно, напряжение аккомодации должно быть таково, чтобы в запасе оставалась по крайней мере  $\frac{1}{3}$  всей ширины аккомодации. Между тем занятия на близком расстоянии требуют от гиперметропа усиленной аккомодации, что ведет к почти полному израсходованию относительной ширины аккомодации. Получается усталость от напряжения аккомодации — *Asthenopia accomodativa*. Такому субъекту можно помочь лишь назначением соответствующих стекол (*convex*) для чтения.

Острота зрения. Острота зрения при гиперметропии слабых степеней у молодых обычно бывает довольно высокой, даже выше, чем у эмметропов, при сильной же гиперметропии продуктивность зрения часто низка, *visus* не доходит до 1,0 даже при коррекции стеклами. Причина этого обстоятельства не вполне ясна.

Поведение лиц с высокой гиперметропией. Лица с высокой гиперметропией очень часто ведут себя, как миопы: они щурят глаза и держат предметы близко от глаза. Объясняется это тем, что такие субъекты, не имея возможности получить при помощи своей аккомодации ясного изображения предметов на сетчатке, стараются подменить ясность изображения величиной изображения предметов, для чего они и подносят рассматриваемые объекты близко к глазу. Врач, владеющий скиаскопией, легко разгадает, в чем тут дело, и немедленно назначит такому субъекту очки.

Коррекция гиперметропии. Какую гиперметропию надо коррегировать — явную только или всю гиперметропию? На этот счет существуют различные воззрения. Мы лично коррегируем *только явную* гиперметропию, т. е. ту, которая выявляется без атропинизации. Но так как под влиянием ношения очков спазм аккомодации постепенно уменьшается, благодаря чему увеличивается степень явной гиперметропии, то мы обычно рекомендуем таким субъектам показаться через полгода — год, чтобы проверить, не нужно ли переменить очки.

## ОСОБЕННОСТИ МИОПИИ.

Осевая миопия и рефракционная. При миопии, как известно, задний главный фокус находится впереди сетчатки. Это может зависеть от двух причин: либо передне-задняя ось глаза чрезмерно длинна (осевая миопия), либо преломляющая способность прозрачных сред глаза очень велика (рефракционная миопия).

Выгоды миопической рефракции. Представляет ли миопическая рефракция какие-либо выгоды и преимущества перед эмметропией и гиперметропией? Несомненно, представляет: 1) при слабой миопии субъект может долго рассматривать предметы на

близком расстоянии, мало напрягая аккомодацию, а средних степеней миоп и вовсе обходится без нее, вследствие чего у не~~га~~ не возникает *Asthenopia accomodativa*; 2) пресбиопия при слабых степенях миопии наступает позже, а при высоких степенях и вовсе не наступает, поэтому миоп или позже прибегает к пресбиопическим очкам или он вовсе обходится без них.

Отрицательные стороны миопии. 1) Одной из отрицательных сторон миопической рефракции является то, что дальнейшая точка ясного зрения миоп находится на конечном расстоянии, поэтому он вдаль не может обходиться без очков.

2) *Asthenopia muscularis*. Как известно, аккомодация дает импульс к конвергенции, что ведет к усилению внутренних прямых мышц, оттого-то при гиперметропии последние сильно развиты. При миопии же аккомодация либо вовсе бездействует, либо напрягается очень слабо и не служит импульсом к конвергенции, поэтому внутренние прямые мышцы развиваются слабо. Если при нормальном развитии внутренних прямых мышц конвергировать при фиксации какой-либо точки не представляет особых затруднений, то при слабости внутренних прямых мышц требования, предъявляемые к ним, оказываются для них чрезмерными, и легко наступает усталость этих мышц — *Asthenopia muscularis*.

3) Функциональная и органическая неполноценность миопических глаз. Различные изменения, выраженные в различной степени, при миопии сводятся к следующему:

а) длина оси близорукого глаза увеличивается в пределах от 26 до 33 мм;

б) вследствие этого миопический глаз принимает яйцевидную форму, затрудняющую глазные экскурсии;

в) передняя камера глубже, чем у эметропа;

г) зрачок шире, чем у эметропа, благодаря чему круги светорассеяния увеличиваются, и *visus* понижается. Чтобы сузить зрачок, миоп шурится, т. е. суживает глазную щель;

д) склера, вследствие растяжения, истончается, особенно в заднем отделе, что ведет иногда к образованию *Sclectasiae posterioris* (*staEhjdcmSLiflgt. verum*);

е) вследствие отсутствия импульсов к аккомодации, круговые волокна цилиарной мышцы атрофируются от бездействия, и ресничное тело становится ненормально длинным и узким;

ж) сосудистая оболочка истончается от постоянного напряжения и атрофируется на большом протяжении вокруг зрительного нерва и в области желтого пятна;

з) иногда в области желтого пятна видны светлые полосы, желтые или белые — это трещины *chorioideae*;

, и) постоянное натяжение сосудистой ведет к исподволь протекающему хроническому воспалению ее с последующей атрофией сосудистой в воспалительных очагах и пролиферацией пигмента. Получается картина, напоминающая *Chorioiditis disseminata*. Следует помнить, что хориоидальные фокусы при *Chorioiditis disseminata* бывают в различных местах глазного дна, в том числе и на периферии, тогда как при миопии изменения локализуются вокруг соска зрительного нерва и в области желтого пятна;

к) исподволь протекающее хроническое воспаление сосудистой оболочки ведет иногда к разжижению стекловидного тела; в по-

следнем появляется мелкий фибринозный экссудат, обуславливающий появление *mouches volantes* (летающие мухи);

л) разжижение стекловидного тела лишает хрусталик прочной опоры, что вызывает дрожание радужки (*Jridodonesis*);

м) при исследовании поля зрения иногда обнаруживаются скотомы и сужение поля зрения на цвета;

н) при кампиметрировании слепое пятно часто оказывается увеличенным;

о) следует отметить и субъективные ощущения, испытываемые иногда миопом, особенно при прогрессировании миопии. Такие •больные часто жалуются на боли в области глазного яблока („глаз ломит“), на легкую утомляемость, на явление повышенной чувствительности сетчатки, а также на субъективные световые ощущения в темноте (фотопсии). Нельзя также пройти мимо жалоб больного на явления метаморфопсии (прямые линии меняют свою форму, кажутся изогнутыми). Объясняется метаморфопсия смещением элементов сетчатки вследствие воспалительных процессов в сосудистой оболочке.

Постоянство патологических изменений при миопии. Указанные изменения в каждом отдельном случае *миопии* могут существовать порознь, либо налицо бывает целый ряд изменений. Изменения на глазном дне могут быть обнаружены уже при слабых степенях миопии, а в других случаях они бывают не резко выражены даже при высокой миопии, но большей частью при высокой миопии наблюдаются и большие изменения на глазном дне.

Поведение врача при миопии. Настоящее пособие не ставит своей целью ни выяснение этиологии, ни изложение сложного вопроса о патогенезе болезненных изменений в миопическом глазу. Все эти вопросы ждут еще своего разрешения,

Жизнь учит нас, что различные обстоятельства и условия в одних случаях помогают организму и задерживают течение болезни, в других же случаях, наоборот, ускоряют развитие болезни. Поэтому роль офтальмолога должна свестись к тому, чтобы ставить миопический глаз в такие условия, которые были бы для него наиболее благоприятны. К сожалению, не зная этиологии миопии, мы не можем вести причинного лечения. Симптоматическое же лечение должно заключаться в том, чтобы не допускать плохого питания глаз, переутомления и излишнего их напряжения.

а) Следует запретить занятия с чрезмерно опущенной вниз головой, так как это вызывает ненормальный прилив крови к голове и к глазам, ухудшая условия питания в глазу.

б) По той же причине следует запретить продолжительные занятия с мелкими предметами при плохом освещении.

в) Правильно подобрать очки. Для дали надо стремиться к полной коррекции, остановившись на том *слабейшем* стекле, которое даст максимальную остроту зрения при бинокулярном зрении; Что же касается назначения очков для близи, то здесь мнения офтальмологов расходятся: некоторые рекомендуют дать полную коррекцию ее для близи,— в этом случае, очевидно, миоп будет аккомодировать; другие рекомендуют коррегировать миопию для близи неполностью, назначая стекла на 1,5—2,0 D меньше, чем для зрения вдаль.

В отношении каждой из указанных точек зрения имеются доводы за и против\*).

Мы лично оставляем некоррегированными столько диоптрий, сколько это нужно для рассматривания предметов на определенном расстоянии, а остальное вычитаем. Например, для чтения оставляем некоррегированными 3,0 D, для столярной работы 1,0 D—1,5 D и т. д.

г) Медикаментозное и хирургическое лечение. Разбор относящихся сюда средств не входит в задачу настоящей работы.

д) Принимая во внимание, что миопия может прогрессировать, мы всегда рекомендуем нашим пациентам-миопам из года в год показываться на амбулаторный прием, чтобы проверять свое зрение.

## АСТИГМАТИЗМ.

Аберрация. Если лучи, выходящие из одной точки, неодинаково преломляются через сферическую поверхность, в результате чего получается неясное изображение этой точки, мы говорим тогда об аберрации. Различают хроматическую аберрацию и монохроматическую. Если на собирающее стекло MN падают белые (бесцветные) лучи из точки S, то эти лучи не только преломляются, но и разлагаются вследствие призматического действия стекла на лучи спектра. Сильнее преломляются фиолетовые лучи, которые пересекутся с оптической осью ближе к стеклу, красные лучи пересекутся дальше. Если доставить экран на том месте, где лучи пересекутся, то на нем получится изображение не точки, а концентрических цветных колец. Это и есть хроматическая аберрация (рис. 25).

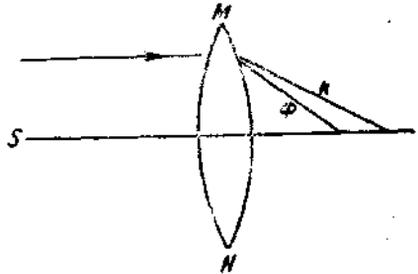


Рис. 25.

Спрашивается, почему же в глазу нет хроматической аберрации несмотря на то, что физические условия для нее имеются? *Эйлер* объяснял это тем, что в глазу лучи преломляются в нескольких разнородных средах, благодаря чему происходит синтез Цветных лучей в бесцветные. Однако, новейшие исследования *Лазарева* и *Kdnig'a* заставляют думать, что в глазу хроматическая аберрация имеется и белый луч воспринимается светочувствительным слоем сетчатки в различных цветах спектра, но у нас получается впечатление белого цвета лишь потому, что „до мозговых центров одновременно доходит суммированное возбуждение всех цветовых ощущений" (Головин).

Спрашивается, почему же в глазу нет хроматической аберрации несмотря на то, что физические условия для нее имеются? *Эйлер* объяснял это тем, что в глазу лучи преломляются в нескольких разнородных средах, благодаря чему происходит синтез Цветных лучей в бесцветные. Однако, новейшие исследования *Лазарева* и *Kdnig'a* заставляют думать, что в глазу хроматическая аберрация имеется и белый луч воспринимается светочувствительным слоем сетчатки в различных цветах спектра, но у нас получается впечатление белого цвета лишь потому, что „до мозговых центров одновременно доходит суммированное возбуждение всех цветовых ощущений" (Головин).

\*) Полная коррекция вблизи заставляет прибегать к помощи аккомодации. Это ведет к упражнению как цилиарной мышцы, так и внутренних прямых мышц, получающих благодаря аккомодации импульс к конвергенции. Однако, не всегда легко уловить грань между упражнением (гимнастикой) и перенапряжением, ведущим к Нежелательной для миопического глаза гиперемии глазного яблока, а это очень важио, так как в каждом отдельном случае мы уверенно не знаем, останется ли миопия стабильной или она будет прогрессировать.

Монохроматическая аберрация. Итак, разнородные лучи, проходя через сферическую поверхность, преломляются различно. Однако, и однородные, т. е. неразлагающиеся лучи, проходя через сферическую поверхность, преломляются также неодинаково, так как периферические части линзы преломляют сильнее, чем центральные, в результате чего и возникает так называемая монохроматическая (сферическая) аберрация. Аберрация, обусловленная различной преломляемостью однородных лучей в различных частях одного и того же меридиана, в норме незначительна и большого практического значения не имеет, в патологических же случаях (после различных процессов в роговице, вызывающих *pupillae*, эктазии и пр.), она бывает сильно выражена, в результате чего лучи, идущие из светящейся точки, пройдя через роговицу в таком меридиане, не могут соединиться в одной точке, и возникает так называемый неправильный астигматизм\*).

Причины астигматизма. Итак, аберрация лучей, проходящих через один и тот же меридиан, обуславливает астигматизм. Но это не единственная причина астигматизма. Дело в том, что лучи, идущие из светящейся точки в глаз, проходят через роговицу в различных меридианах, а так как рефракция в различных меридианах различна, то и лучи, направляющиеся в глаз из какой-либо точки, не соединяются в глазу в одной точке. Это вторая главная причина астигматизма.

Главнейшие названия. Из множества меридианов роговицы в одном рефракция бывает наибольшей, в другом наименьшей. Эти меридианы называются *главными*. Если главные меридианы перекрещиваются друг с другом под прямым углом и, кроме того, нет аберрации в различных частях одного и того же меридиана; или она ничтожна, то такой астигматизм называется *правильным*. Если же главные меридианы перекрещиваются друг с другом не под прямым углом или имеется значительная аберрация в различных частях одного и того же меридиана, то такой астигматизм называется *неправильным*.

Небольшой астигматизм, до  $0,5 D$ , вследствие разницы в рефракциях главных меридианов, имеется и в норме и называется поэтому *физиологическим* астигматизмом. Физиологический астигматизм не вызывает понижения относительной остроты зрения, обычный же астигматизм сопровождается понижением относительного *visus'a*.

Рефракция в вертикальном меридиане больше, чем в горизонтальном, но бывает и наоборот, в последнем случае астигматизм носит название обратного (*Ast. perversus*).

Регуляторные приспособления глаза при астигматизме. На остроту зрения должны были бы оказывать влияние даже незначительные степени астигматизма, так как и при них от светящейся точки должно получиться на сетчатке не изображение точки, а пятно. В действительности, однако, астигматизм легких степеней преодолевается глазом и не оказывает влияния на остроту зрения. Объясняется это тем, что глаз обладает целым рядом регуляторных приспособлений:

\*) Наличие монохроматической аберрации в глазу наглядно доказано Gullstrand'oM благодаря разработке им метода так называемой субъективной стигматоскопии. Оказывается, что фигуры звезд, видимых нами на небе, являются следствием именно этой аберрации.

1) Кривизна роговицы на периферии меньше, чем в центре, благодаря этому сглаживается разница в преломляющей способности периферических частей и центральных.

2) Круги светорассеяния на сетчатке освещены неравномерно: наиболее интенсивно освещена их центральная часть, периферическая же освещена значительно слабее и часто настолько слабо, что не в состоянии возбудить светочувствительных элементов сетчатки.

3) Значительно помогает нам в ясности видения подвижность глазных яблок, благодаря чему один и тот же объект вызывает световое возбуждение на более значительном протяжении сетчатки.

4) Хрусталиковый астигматизм. Не имея возможности исправить свой роговичный астигматизм, астигматик старается нейтрализовать его изменением кривизны хрусталика (resp. увеличением аккомодации) в соответствующем меридиане. Доказательством возможности неравномерного сокращения аккомодационной мышцы служит то обстоятельство, что после атропинизации степень астигматизма оказывается по некоторым авторам (*Добровольский*) нередко более высокой, чем до атропинизации. В пользу возможности компенсаторного хрусталикового астигматизма говорят также исследования *М. И. Авербаха*. Напротив, *Hess* оспаривает возможность неравномерного напряжения цилиарной мышцы в различных меридианах одного и того же глаза, так что, строго говоря, вопрос этот надо считать недостаточно изученным. Тем не менее самый факт наличия хрусталикового астигматизма вряд ли может подлежать сомнению. В некоторых случаях хрусталиковый астигматизм может быть вызван патологическим состоянием хрусталика, например, при начинающейся катаракте. Хрусталиковый астигматизм не всегда компенсирует роговичный, в некоторых случаях он суммируется с ним и таким образом еще более ухудшает оптические условия глаза.

Определение степени астигматизма. Самый лучший способ определения степени астигматизма — это скиаскопический. Скиаскопируя, можно заметить, что в одном каком-нибудь меридиане тень насыщеннее, чем в другом, или движется в другом направлении, а также заметить и направление, по которому тени движутся. Определив рефракцию в каждом из двух главных меридианов, стараются нейтрализовать тени соответственными стеклами. Может случиться, что один из главных меридианов роговицы эмметропический, а другой либо гиперметропический, либо миопический — такой астигматизм называется простым. Если рефракция в обоих главных меридианах одного названия, например, гиперметропическая или миопическая, астигматизм называется сложным. Наконец, если в одном меридиане гиперметропия, а в другом миопия, такой астигматизм называется смешанным.

Скиаскопия дает представление об астигматизме в целом, т. е. о сумме роговичного астигматизма и хрусталикового, тогда как аппарат *Javal'*Н позволяет выяснить степень одного лишь роговичного астигматизма.

## ПОДБОР ОЧКОВ.

Последовательные моменты подбора очков. Кто бы ни явился для подбора очков, нужно начинать с наружного осмотра глаз (выворачивание век, фокальное освещение). При наружном осмотре обращают внимание, спокоен ли глаз, не раздражен ли он. При наличии каких-либо воспалительных процессов в глазу иногда приходится воздержаться от подбора очков, предложив пациенту сначала закончить лечение (защитные или цветные очки здесь не принимаются во внимание). Не нужно забывать, что блефариты и хронические конъюнктивиты могут быть следствием аномалий рефракции. Осмотрев веки и убедившись далее, что глаз спокоен, исследуют затем *visus* без коррекции и только после этого направляются с пациентом в темную комнату. Ни в коем случае не следует, минуя темную комнату, подводить пациента к набору стекол и сразу пробовать приставлять к глазу те или-иные стекла, в надежде на улучшение зрения. В темной комнате, если *visus* оказался ниже нормы, еще раз тщательно осматривают передний отрезок глазного яблока с фокальным освещением и убеждаются, нет ли на роговице *pubesulae*, нет ли в верхней части роговицы тонкого *rannus'a*. В случае неясности картины пользуются бинокулярной лупой Бэрже, а у кого его нет, можно рассматривать поверхность роговицы через обыкновенную лупу (при помощи другой лупы освещают при этом рассматриваемый участок). Обнаружив стойкое помутнение роговицы, мы отнюдь не должны отказать от попытки очками улучшить зрение пациента, в некоторых случаях правильным подбором очков удается поднять у таких субъектов *visus* на одну — две десятых и даже больше.

Далее офтальмоскопируют и в картине глазного дна нередко находят объяснение плохому *visus'u*.

(Вспоминаю, как в амбулаторию обратился пациент 30 лет с просьбой подобрать очки: рефракция оказалась эмметропической, при офтальмоскопировании же выяснилось, что у него имеется атрофия зрительных нервов, а исследование крови дало  $RW++++$ ).

Затем скиаскопируют, определив предварительно, какое зеркало держать в руках — вогнутое (офтальмоскоп) или плоское (скиаскоп). Скиаскопировать нужно в двух главных меридианах, чтобы убедиться, нет ли астигматизма; при наличии астигматизма определяют его степень. Пользование офтальмометром Javal'fl не обязательно.

Только после этого врач приступает к заключительной части — подбору очков. Теперь он уверенно берет стекла из очкового набора, а не наугад: он знает, и какие стекла надо брать — *convex* или *concave*, и как надо ставить ось цилиндрического стекла, а это не только помогает правильно подобрать очки, но и значительно сокращает потребное для этого время. Остальное зависит от пациента: из двух смежных по силе стекол, которые вы ему предлагаете, например, *convex+5,0 D* и *convex+4,0 D*, он вправе выбрать то, которое ему приятнее.

Разбор отдельных случаев, встречающихся на практике.

1. *Asthenopia accomodativa*. Нередко к главному врачу обращаются молодые гиперметропы с жалобой на быструю утом-

ляемость при чтении. Мы лично не прибегаем к атропинизации, а корректируем лишь явную гиперметропию. Так же мы поступаем и при спазме аккомодации сиперметропов, предлагая лишь, таким пациентам снова показаться в амбулаторию через полгода — год для проверки зрения и очков. Иногда с такими же жалобами на утомляемость глаз в зависимости от напряжения аккомодации обращаются и молодые *эмметропы*, если им приходится *без навыка к чтению* много работать, в особенности при плохом освещении. Такие пациенты от стекол *convex* (слабых) испытывают заметное облегчение, и мы охотно их назначаем.

2. *Asthenopia muscularis*. Как известно, *Asthenopia muscularis* возникает тогда, когда требования, предъявляемые при бинокулярной фиксации к прямым мышцам, оказываются для них чрезмерными. В этом случае приставлением к глазам слабых призм можно было бы изменить направление лучей, идущих в глаз, таким образом, что глаза фиксировали бы предмет без заметного напряжения этих мышц. Но вместо приставления к глазам призм проще использовать призматическое действие сферических стекол. Дело в том, что сферические стекла в случае децентрировки действуют как призмы. Вот этим-то их свойством мы и пользуемся, чтобы помочь прямым мышцам в их работе, и при прописывании очков в соответствующих случаях изменяем расстояние центров. Успешное выполнение этой задачи требует знакомства с учением о косоглазии. Сейчас отметим лишь, что в случае чрезмерной слабости внутренних прямых мышц и наклонности к наружному косоглазию для двояковогнутых стекол обычно увеличивают, при прописывании очков, расстояние центров, а, при наклонности к внутреннему косоглазию, это расстояние несколько уменьшают. При гиперметропии поступают наоборот.

3. Очки при миопии. Для дали мы подбираем очки так: корректируем *visus* каждого глаза в отдельности, затем даем то наименьшее стекло, которое дает максимальную остроту зрения при бинокулярном зрении. Например, *visus* каждого глаза без коррекции 0,1, а с коррекцией — 5,0 D = 1,0. Пробуем ставить на оба глаза — 5,0 D — стекла неприятны для больного, вставляем в оправу — 4,0 D — острота зрения без перемен, стекла переносятся хорошо; пробуем заменить стекла — 4,0 D на стекла — 3,5 D: *visus* уменьшается. Назначаем — 4,0 D на оба глаза.

При назначении очков для *близы* мы оставляем некоррегированными 2,0 D — 3,0 D, смотря по тому, на каком расстоянии пациенту нужно работать. Например, в предыдущем случае надо дать для чтения — 2,0 D или — 2,5 D. Обязательно нужно считаться со степенью приятности очков для больного. Выписывать очки, которые «режут» глаза, хотя бы они были подобраны, как может показаться, „по всем правилам науки“, не рекомендуем. Лучше проверить самого себя, не допущена ли была какая-нибудь ошибка при вычислении степени миопии.

4. Очки при пресбиопии, а) При подборе очков пресбиопам обычно придерживаются правила: в 40 лет давать 1,0 D, в 50 лет — 2,0 D и т. д., т. е. на каждые 10 лет прибавляют по 1,0 D. Цифры эти являются, однако, схематичными, и в жизни приходится считаться с *профессией* пациента, именно: при занятиях на сравнительно далеком расстоянии (столяр, пианист) ослабляют силу стек-

ла, а на близком расстоянии — усиливают. Например, столяру в 50 лет можно дать для работы не 2,0 D, а 1,5 D и даже 1,0 D, тогда как часовому мастеру в его годы потребуется 2,5 D.

б) Если пресбиоп является еще и гиперметропом, гиперметропия должна быть коррегирована, в этом случае пресбиопическое стекло складывается с гиперметропическим.

в) Если пресбиоп оказывается 'слабым миопом (при высокой миопии пресбиопия не наступает), то его миопия засчитывается при назначении очков таким образом, что из силы полагающегося по возрасту и профессии стекла вычитается степень миопии. Например, по возрасту субъекту в 50 лет надо дать 2,0 D, если же он миоп в 1,0D, то ему назначают convex+ 1,0D.

г) Может случиться, что пресбиоп является еще и астигматиком. В таком случае поступают различно: некоторые коррегируют астигматизм до эмметропии и комбинируют цилиндрическое стекло с пресбиопическим, мы же в большинстве случаев коррегируем у пресбиопов астигматизм лишь в том случае, если пациент и в молодости носил цилиндрические стекла. Если же до наступления пресбиопии он обходился без них, мы коррегируем лишь его пресбиопию. Однако, решение задачи в каждом отдельном случае требует учета его индивидуальных особенностей.

5. Очки при астигматизме. При коррекции простого, сложного и смешанного астигматизма мы, при назначении очков *вдаль*, стараемся коррегировать астигматизм полностью до эмметропии. При подборе же очков *вблизи* дело обстоит несколько сложнее.

а) Пусть перед нами молодой человек с *простым гиперметропическим* астигматизмом в 2,0 D в верт. мер. Подобрал ему очки *convex + 2,0 D* ось горизонтально, мы оставляем ему эти же очки и для чтения, т. е. прописываем их для постоянного ношения.

Иначе мы относимся, если перед нами субъект с *простым миопическим астигматизмом*, например, в 2,0 D в верт. мер. *Вдаль*, как мы уже сказали выше, мы коррегируем астигматизм полностью до эмметропии, для чего назначаем *conv. concave — 2,0 D* ось горизонтально, для работы же мы считаем целесообразнее дополнить рефракцию второго главного меридиана так, чтобы пациент стал миопом в 2,0D, для этого назначаем (ориентировочно) *conv. convex + 2,0D* ось вертикально.

б) При коррекции *сложного гиперметропического астигматизма* мы, коррегировав для дали рефракцию до эмметропии, оставляем эти же очки и для работы, если субъект молодой (о комбинации астигматизма с пресбиопией мы говорили выше). Нпр., у субъекта 25 лет Верт. меридиан Н 3,0D гориз. — Н 2,0D. Назначаем: *convex Sph + 2,0D* ось *convex + 1,0 D* ось гориз.

Иначе мы поступаем, прописывая очки субъекту с *сложным миопическим астигматизмом*: коррегировав его рефракцию полностью для дали, мы для близи этих очков ему не оставляем, а стараемся сохранить ему часть его миопии. Лучше всего пояснить это на примере: пусть у пациента имеется в вертикальном меридиане миопия в 5,0 D, а в горизонтальном миопия в 3,0 D. Назначаем ему для близи (ориентировочно) *conv. concave — 2,0D* ось горизонтально; с таким стеклом он останется миопом в 3,0 D и будет читать, не напрягая аккомодации.

в) Пусть перед нами субъект со *смешанным астигматизмом*; например, в вертикальном меридиане  $M\ 3,0\ D$ , а в горизонтальном  $H\ 1,0\ D$ . Для дали корректируем астигматизм до эметропии, а для близи считаем наиболее целесообразным назначить ему  $cy\ l.\ convex +4,0\ D$  ось вертикаль. С таким стеклом он станет миопом в  $3,0\ D$  и будет работать, не напрягая аккомодации.

Все указанные примеры дают только приблизительную наметку того исходного положения, с которого врач начинает подбор очков, и все упомянутые выше „назначения” очков являются ориентировочными. На практике больной корректирует свою рефракцию, выбирая из ряда стекол, предлагаемых врачом, наиболее приятные для себя. Пусть ориентировочно правильно назначить  $cy\ l.\ convex +3,5\ D$ , но если больной дает лучший  $visus$  с  $cy\ l.\ convex +2,0\ D$ , нужно остановиться на последнем стекле. Этим значением скиаскопии отнюдь не умаляется, так как она все же дает ориентировочные указания, значительно облегчающие работу врача, и если иногда приходится уменьшать силу стекла на одну или даже несколько диоптрий против данных скиаскопии, то это объясняется сложностью устройства органа зрения, который является не просто физическим прибором, но сложной физиологической системой, в которой многие детали не учтены.

6. Очки при анизометропии. Анизометропия есть неодинаковая рефракция обоих глаз. Может ли исчезнуть анизометропия благодаря неодинаковому напряжению аккомодации? Примеров одном глазу  $H$  в  $1,0\ D$ , а в другом  $H$  в  $5,0\ D$ . Спрашивается, не может ли один глаз аккомодировать на  $1,0\ D$ , а другой на  $5,0\ D$ , чтобы сравнять таким образом рефракцию? Оказывается, что это совершенно невозможно: импульс к аккомодации одинаково силен для обоих глаз, и неодинаковая аккомодация их невозможна (*Hess*).

Возникает тогда вопрос: нельзя ли выравнять рефракцию обоих глаз назначением разных стекол для обоих глаз? Практически мы подбираем сначала стекла для каждого глаза в отдельности. Подбрав таким образом стекла, мы просим затем больного смотреть через стекла обоими глазами, и тут оказывается, что его глаза не переносят большой разницы в силе стекол. Объясняется это тем, что стекла изменяют не только ясность, но и величину изображений на сетчатке, чем затрудняется возможность слияния изображений при бинокулярном зрении. Величина этой разницы в стеклах, какую глаз может переносить, строго индивидуальна: один не переносит разницы в  $1,5 - 2,0\ D$ , другой же, наоборот, переносит даже разницу в  $3,0\ D$ . Поэтому в каждом отдельном случае надо пытаться подобрать очки, исходя из рефракции каждого глаза в отдельности. Для этого подбирают сначала наилучшее стекло для каждого глаза в отдельности, а затем просят больного смотреть через подобранные стекла обоими глазами. Если больной заявляет, что очки ему неприятны, меняют стекла на одном глазу (а иногда и на обоих) так, чтобы в наиболее благоприятных условиях находился лучший глаз („подгоняют” стекла одного глаза к стеклам другого глаза). Пример: на правом глазу миопия в  $1,0\ D$ , на левом глазу миопия в  $5,0\ D$ ,  $visus\ o.\ s.$  без коррекции меньше  $0,1$ ;  $vis\ o.\ d.$  без коррекции =  $0,1$ . Нужны очки для дали. При подборе стекол оказывается, что  $visus$  правого глаза со стеклом  $concave\ sph.$   $-1,0\ D$ , а левого — со стеклом  $concave\ sph.$   $-5,0\ D$  равен единице.

Просим теперь больного смотреть через эти стекла вдаль,— оказывается, больной их не переносит, жалуясь на неприятное ощущение в глазах. Пробуем, сохраняя для правого глаза стекло concave—1,0D, на левом, вместо concave—5,0 D, поставить concave—4,0D. Такая комбинация пациенту приятнее, но стекла все же в общем неприятны; пробуем ставить вместо concave—4,0D concave—3,0D: еще лучше, но стекла все еще не переносятся. Наконец, когда на тот и другой глаз ставим concave—1,0 D, больной заявляет, что эта комбинация ему приятнее всего. Назначаем concave sph. — 1,0 D на оба глаза.

7. Очки при афакии: а) При афакии одного глаза, например, после экстракции катаракты, при наличии хорошего зрения другого глаза подбор очков затруднителен, так как в результате экстракции на одном глазу катаракты получается анизометропия. Все же на первых порах после операции, ввиду чувствительности афакического глаза к ультрафиолетовым лучам, полезно назначить таким больным очки-консервы, или даже очки с плоскими стеклами, учитывая, что простое стекло в значительной мере задерживает ультрафиолетовые лучи.

б) При афакии обоих глаз назначают обычно +9,0 или +10,0D для дали и от +11,0D до +13,0 D для чтения, если субъект до операции был эметропом. В зависимости от рефракции пациента пропись может быть изменена.

в) При афакии единственного зрячего глаза можно прописать „перевертывающуюся“ оправу, в одно гнездо которой вставить стекло для дали, а в другое — стекло для близи. По мере надобности больной, перевертывая оправу, может пользоваться одними и теми же очками и для дали и для близи.

## КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ОПТИКЕ.

Состав очкового набора. В очковый набор, удовлетворяющий практическим требованиям, должны входить сферические-стекла (convex и concave), цилиндрические, призмы, палочки Maddox'a черный металлический кружок без отверстия, 2 черных металлических кружка с отверстиями — одно с точеным, другое со шелевым, линейка с миллиметровыми делениями, простая и сложная. оправы для стекол и 2 цветных стекла — красное и зеленое.

Определение характера стекла. Возьмите какое нибудь, стекло из очкового набора, convex или concave. Как узнать, какое стекло перед нами, выпуклое или вогнутое? Определить это не трудно, так как на рукоятке оправы стекол convex в нашем очковом наборе выбит знак +-, а на concave знак —. Как быть, однако, в тех случаях, когда на стеклах нет таких знаков, например, когда вы должны определить, какие стекла в очках вашего пациента? Некоторые товарищи пытаются решить предлагаемую задачу простым ощупыванием стекол. Конечно, если стекло значительной силы, (т. е. заметно выпукло или вогнуто), то и ощупывание может дать нам представление о характере стекла; если же стекло слабое, то своему осязанию доверять нельзя. Для решения этой задачи рекомендуется следующий простой прием: стекло двигают в различные стороны перед глазом, при этом рассматриваемые через это.

стекло предметы движутся в направлении либо противоположном движению стекла, если это стекло двояковыпуклое, либо в том же направлении—если стекло двояковогнутое. При движении плоского зеркала (planum) рассматриваемые через него предметы никуда не движутся.

Сила стекла. Дюймовая и метрическая системы, Чем сильнее сферическое стекло преломляет падающие на него лучи, чем оно, проще говоря, сильнее, тем короче его фокусное расстояние. При старой *дюймовой* системе за единицу силы стекла принималось стекло с фокусным расстоянием в 1 дюйм (1"), стекло с фокусным расстоянием в 2" было в 2 раза слабее первого, в 3"— в три раза и т. д. Числу дюймов, выражавшему фокусное расстояние, соответствовала и нумерация стекол. Например, стекло с фокусным расстоянием в 1" — № 1, в 2" — № 2, в 4" — № 4 и т. д. Чем слабее было стекло, тем больший ему присваивался №.

Дюймовая система представляла ряд неудобств, главные из которых заключались в сложности вычислений при комбинации стекол, а также и в том, что ею трудно было пользоваться в международном масштабе, так как величина дюйма в различных странах, неодинакова. В 1875 году офтальмологи, по предложению *Donders'a* и *Nagetz*, перешли на новую, *метрическую* систему, в которой за единицу измерения была принята постоянная для всех стран величина— *диоптрия*, условно обозначавшая преломляющую силу стекла с фокусным расстоянием в 1 метр. По этой системе большей силе стекла соответствовало и большее число диоптрий. Зная фокусное расстояние стекла (в сантиметрах или метрах), можно определить и число диоптрий этого стекла. В самом деле, в каждом отдельном случае легко составить пропорцию. Например, фокусному расстоянию в 1 метр (100 см) соответствует 1 диоптрия, а если фокусное расстояние будет равно 20 см — сколько будет тогда диоптрий?

$$\begin{array}{l} 100 \text{ см} - 1,0 \text{ D} \\ 20 \text{ см} - x \end{array} \qquad x = \frac{1 \cdot 100}{20} = 5$$

*Практически* вопрос решается таким образом, что делят 100 см на фокусное расстояние стекла, и полученное частное выражает число диоптрий этого стекла. Например, при фокусном расстоянии в 20 см сила стекла будет  $\frac{100\text{см}}{20\text{см}} = 5,0 \text{ D}$ , фокусному расстоянию в 10 см соответствует  $\frac{100\text{см}}{10\text{см}} = 10,0 \text{ D}$ .

Еще проще определяется сила стекла, если принять (по Монуайе), что сила стекла определяется величиной, обратной фокусному расстоянию (1/F). Например, при фокусном расстоянии в 4,0 метра оптическая сила стекла  $= 1/4 = 0,25 \text{ D}$ .

Перевод дюймовой системы в метрическую. Ввиду того, что во многих районных и даже областных центрах до сих пор сохранились очковые наборы по старой, дюймовой системе, каждому практическому офтальмологу нужно уметь переводить дюймовую систему на метрическую. Для этого пользуются следующей формулой:

$$MZ = 40,$$

где M есть сила стекла, выраженная в диоптриях, Z — № стекла

по дюймовой системе, а цифра 40 есть округленное число дюймов, заключающееся в одном метре (1 метр — около 39 дюймов). Например, стекло № 8=5,0 D. В самом деле:  $M = 8 = 10$ , откуда  $M = 40/8 = 5,0D$ ;

стекло № 10= 4,0 D ( $M = 10 = 40$ ;  $M = 40/10 = 4,0D$ ).

Определение силы стекла. Сила стекла определяется по длине фокусного расстояния. Чем короче фокусное расстояние, тем стекло сильнее, и наоборот. Поэтому силу стекла можно определить, измерив длину фокусного расстояния. Как практически выполнить это? Имея, например, лупу, наведем при помощи ее солнечные лучи на какой-нибудь предмет так, чтобы на некотором расстоянии лупы от предмета получить НА последнем максимальную концентрацию солнечных лучей (таким путем удастся зажечь папиросу). Измерив теперь расстояние предмета от лупы, можно вычислить число диоптрий последней. Способ этот имеет, однако, лишь теоретический интерес, так как во-первых, при линейных измерениях возможны ошибки; во-вторых, фокусные расстояния слабых стекол велики, и их трудно измерить; наконец, способ этот вовсе неприменим для определения силы двояковогнутых стекол. Поэтому *практически* для определения силы стекла пользуются другим, более удобным способом, известным под названием *нейтрализации* стекол. Состоит он "в следующем: сначала определяют *характер* стекла, т. е. узнают, какое стекло у нас, — convex или concave. После этого подбирают из очкового набора стекло со знаком, *противоположным* тому, какой есть у нашего стекла, с таким расчетом, чтобы комбинация обоих стекол дала planum (узнается по тому, что при движении обоих стекол перед глазом предметы никуда не смещаются). Очевидно, что сила того стекла из очкового набора, которое в сочетании с нашим дало нуль, означает и силу нашего стекла, только с противоположным знаком. Например: planum получился, когда к нашему стеклу convex прибавили — 7,0D. Значит, наше стекло — convex +7,0D.

Цилиндрические стекла. В очковом наборе имеются, кроме сферических стекол, цилиндрические (введены *Donders'oa*). Если такое стекло двигать перед глазом, то можно заметить, что предметы будут смещаться при движении стекла только в определенном направлении. Двигая стекло в разные стороны, можно найти такое направление, что предметы при рассматривании их через это стекло смещаться не будут: цилиндрическое стекло представляет собой, как известно, сколок цилиндра (или его негативный слепок), ось которого параллельна оси цилиндра. Лучи света, проходящие в плоскости этой оси, идут, не преломляясь, как через planum. В противоположном же, т. е. в перпендикулярном к этой оси направлении, лучи света, вследствие кривизны стекла, будут преломляться, как при прохождении через сферическое стекло, и его преломляющую силу можно выразить в диоптриях. Таким образом, в цилиндрическом стекле мы имеем: 1) ось цилиндра, т. е. оптически недействительную линию, и 2) поверхность, через которую лучи проходят, преломляясь. Если эта преломляющая поверхность выпуклая, то мы имеем cyl. convex, если вогнутая — cyl. concave.

Призмы. Далее, вы видите в очковом наборе призмы. В призме различают, как известно, преломляющее ребро, преломляющие поверхности, сходящиеся под определенным углом  $L$ , и основание. Из физики известно, что всякая призма отклоняет лучи к основанию, причем преломление лучей призмой тем сильнее, чем больше угол  $L$ . В очковом наборе обычно имеется ряд призм различной силы, от  $1^\circ$  до  $20^\circ$ .

Искусственное косоглазие. При помощи призмы можно вызвать явление, известное в офтальмологии под названием искусственного косоглазия. Если при рассматривании предмета обоими глазами или, как говорят, при бинокулярной фиксации поставить перед одним глазом слабую призму в  $2-3^\circ$ , основанием кнаружи или кнутри, то в первый момент у вас появится двоение, которое, однако, сейчас же пройдет. Возьмите тогда призму посильней—до  $5-6^\circ$ . Двоение будет выражено отчетливее, но вскоре и оно пройдет. Усиливая призмы, вы найдете, наконец, такую, при которой двоение предметов не исчезнет. Явление это надо объяснить таким образом: при приставлении к одному глазу призмы вы почувствовали сначала двоение оттого, что отражавшиеся от фиксируемого предмета лучи, преломившись в призме к основанию, пошли в глаз, прикрытый призмой, не по прежнему направлению в желтое пятно, а мимо последнего. Таким образом, изображение предмета оказалось в обоих глазах не на идентичных местах сетчатки: в одном глазу в желтом пятне, а в другом не в желтом пятне. Это то обстоятельство и вызвало двоение. Чтобы избавиться от неприятного двоения, надо, чтобы изображение предмета попало на желтое пятно и того глаза, к которому приставлена призма, а это возможно лишь тогда, когда этот глаз *повернется* вокруг своей вертикальной оси настолько, чтобы лучи объекта, преломившись в призме, попали все же на желтое пятно этого глаза. Этот поворот глаза и создает так называемое искусственное косоглазие.

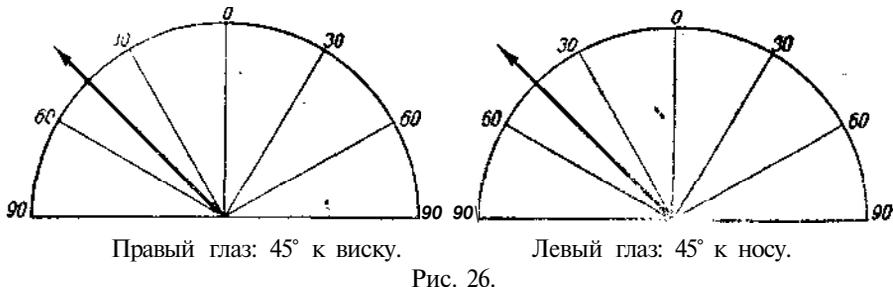
Способность глаз к преодолению призмы в целях сохранения бинокулярного зрения называется *фузией* (фузия — по-латыни означает „слияние“), а поворот глаза, обуславливающий искусственное косоглазие, называется *фузионным движением*.

**Ширина фузии.** Самая сильная призма, которую глаз может преодолеть, сохраняя бинокулярное зрение, выражает ширину фузии. Последняя зависит прежде всего от того, какая мышца должна при этом сократиться, т. е. в какую сторону глаз должен повернуться для сохранения бинокулярного зрения. Оказывается, что при сведении глаза (аддукции) преодолевается призма гораздо большей силы, чем при отклонении его кнаружи (абдукции). Ширина фузии зависит, далее, от расстояния рассматриваемого предмета от глаза: чем ближе предмет к глазу, тем большей силы призма может быть преодолена. Наконец, она зависит от индивидуальных особенностей субъекта: иной преодолевает сильную призму, другой при тех же условиях—призму послабее. Даже у одного и того же субъекта она не остается, повидимому, постоянной, меняясь в течение дня в зависимости от различных моментов (переутомление, нервное расстройство и др.).

**Очковые оправы.** Далее вы видите в очковом наборе две оправы для стекол: одна из них простая, без каких-либо цифр на ней другая сложная, с широким дугообразным ложем для стекол, на котором нанесены деления, и с двумя винтами: один винт, при вращении его, позволяет сближать и отдалять стекла в обе стороны от переносицы, другой — вращать по дуге вставленное в оправу стекло. Если при подборе очков пользуются только сферическими стеклами, то достаточно простой оправы. Если же под-

бирают стекла цилиндрические, приходится пользоваться сложной очковой оправой, так как нанесенные на ее дуге деления позволяют узнать, куда и на сколько градусов отклонена ось цилиндрического стекла.

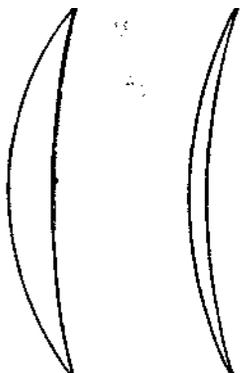
Обозначение направления оси цилиндрического стекла. У нас принят следующий способ обозначения направления оси цилиндрического стекла: верхний конец вертикального



меридиана принимается за нуль, по ту и другую сторону от нуля идут градусы центральных углов до  $90^\circ$ . Направление оси обозначается соответствующим числом градусов с добавлением слов: „к виску" (если ось направлена кнаружи) или „к носу" (если она направлена кнутри) (рис. 26).

Ввиду того, что на оправках счет большею частью идет от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  (по международной системе), приходится в таком случае высчитывать направление оси стекла, что не составляет особых затруднений.

Из чего изготавливается очковое стекло? Для изготовления очковых стекол употребляется, главным образом, „кронглас", представляющий собой сплав кремнезема, поташа, извести с большой примесью окиси цинка. Стекла с большим количеством свинца носят название „флинтглас". Иногда очковое стекло изготавливается из горного хрусталя, представляющего собой кристаллы кварца (добывается на Урале и в Бразилии).



Перископическая линза.

Мениск.

Рис. 27,

Мениски и перископические стекла. Обычно, если на рецепте нет отметки врача о назначении каких-либо особых стекол, оптик отпускает бисферические стекла (двояковыпуклые или двояковогнутые). Бисферические стекла обладают, однако, заметным недостатком, состоящим в том, что употребляющий эти очки видит не одинаково ясно через центральную часть и периферическую. В особенности дает себя чувствовать этот недостаток при повороте глаз в ту или другую сторону, когда глаза смотрят через боковые части стекла. С целью устранения этого недостатка и были предложены еще в начале XIX века физиком *Wollaston* OM выпукло-вогнутые стекла, известные под названием *перископических стекол и менисков*. Отличие этих двух названий между собой состоит лишь в

том, что мениски более изогнуты, чем перископические стекла: в перископических стеклах одна из преломляющих поверхностей имеет  $\approx 25 D$ , другая варьирует в зависимости от силы всего стекла, в менисках же основная преломляющая поверхность имеет  $6,0 D$  (рис. 27).

Пу; ктальные стекла. Однако, и перископические стекла не у;« тожили полностью неясности изображения при прохожде-

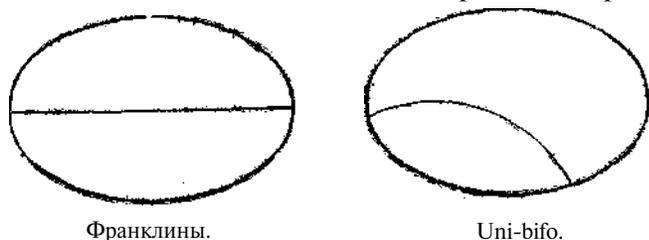


Рис. 28.

нии в глаз лучей через периферические части стекла. Поиски такого стекла привели к изобретению *пунктальных стекол* (*Punktalguser*), которые при повороте глаз даже до  $45^\circ$  не дают искажения предметов. По форме пунктальные стекла напоминают перископические и мениски, но шлифовка их несколько другая.

Франклины. Вы слышали еще о франклинах. Происхождение этих стекол таково: как известно, в жизни сплошь и рядом приходится выписывать две пары очков—одну для дали, а другую для близи, что создает большие неудобства для пациентов. Венямину Франклину (1760 г.) пришла в голову счастливая мысль соединить в одном гнезде очковой оправы в верхней половине стекло, удобное для дали, а в нижней половине — стекло для близи. Через верхнюю половину Франклин глядел вдаль, а нижней половиной пользовался на близком расстоянии, что вполне, возможно благодаря тому, что при рассматривании предметов на близком расстоянии глаза конвергируют и опускаются книзу. Франклины и Сейчас еще, хотя и редко, можно встретить в провинции.

В настоящее время очковая техника позволяет изготавливать по тому же принципу, что и франклины, более изящные и удобные очки, так называемые uni-bifo (бифокальные), которые изготавливаются таким образом, что нижняя треть стекла, ограниченная дугообразной линией, отшлифована под другим радиусом кривизны, чем все стекло (рис. 28).

Расстояние стекол от глаз. Расстояние стекол от глаз имеет существенное значение и должно быть учтено при назначении очков. С удалением стекла convex от глаза изображение предметов увеличивается. Этим и объясняется тот факт, что старые люди, не имеющие иногда, за недостатком средств, возможности менять своевременно свои очки на более сильные, приспособляют свои очки таким образом, что отодвигают их все дальше и дальше от глаз, так что очки, наконец, попадают на кончик носа (рис. 29). Наоборот, при удалении стекла concave от роговицы, оно становится слабее. В практическом отношении важно помнить, что расстояние стекол от глаз обыкновенно равняется одному сантиметру с лишним и что ресницы во всяком случае не должны соприкасаться со стеклами.

Расстояние центров. При прописывании очков нужно обязательно обозначить на рецепте расстояние центров. Когда центр стекла, центр зрачка и желтое пятно находятся на одной прямой линии, то говорят, что стекла правильно центрированы. При таком положении стекол лучи, проходя через центральную часть стекла, попадают прямо на желтое пятно. Попробуйте теперь сместить сферическое стекло: так как периферические части сферического



Рис. 29.

стебла действуют как призмы, они отклонят лучи, и изображение предмета попадет не на желтое пятно. Таким образом, неправильно центрированные стекла имеют, кроме сферического действия, еще и призматическое.

Последствия неправильной центровки стекол. Какие последствия влечет за собой неправильная центровка стекол? Если оптик без специальных на то показаний дает пациенту такие очки, где центр стекла, центр зрачка и желтое пятно находятся не на одной прямой линии, то сферические стекла действуют не только как сферические стекла, но еще и как призмы. В таком случае пациент, в интересах ясности зрения, старается повернуть глаза кнаружи или кнутри, иными словами, он

стремится преодолеть приставленную к глазу призму путем напряжения соответствующих прямых мышц глаза. Это и ведет к преждевременной мышечной усталости (*Asthenopia muscularis*). Неоднократно приходится встречать пациентов, обращающихся в амбулаторию с жалобой на то, что им плохо подобраны очки, так как в них очень скоро устают глаза. При проверке же этих очков оказывается, что дело только в расстоянии центров.

Способ определения расстояния центров зрачков. Лучше всего определять расстояние между центрами зрачков следующим образом: пациента усаживают; врач, стоя, прикладывает к его переносице линейку с миллиметровыми делениями (имеется в очковом наборе) и, предлагая больному смотреть вверх головы врача, отсчитывает по линейке расстояние в миллиметрах в горизонтальном меридиане от наружного края роговицы одного глаза до внутреннего края роговицы другого. Это число и показывает расстояние центров зрачков, и его отмечают на рецепте. Например: р. ц.—60 мм. При прописывании очков для дали оставляют это число без изменения, если же выписываются очки для близи, то, принимая во внимание, что глаза в это время конвергируют, расстояние центров уменьшают на 1—2 мм.

Перевертывая Щаяся (перекидная) оправа. В практическом отношении важно помнить о существовании так называемой перекидной или „перевертывающейся“ оправы. Если один глаз слепой, а другой афакичен (например, после экстракции ката-

ракты), то такому пациенту удобно *выписать* в одной, перевертывающейся оправе двое различной силы стекол: в одном гнезде будет стекло для дали (например + 10,0 D), в другом—стекло по-сильнее, для чтения (+ 12,0 D+13,0 D). Когда пациент смотрит вдаль, он так повертывает оправу, что против зрячего афакического глаза оказывается стекло в 10,0 D, для разглядывания же предметов на близком расстоянии он повертывает ту же оправу и пользуется более сильным стеклом—в + 13,0 D.

Цветные стекла. Для защиты глаз от яркого света и от *обилия* ультра-фиолетовых лучей употребляются цветные очки и дымчатые (нейтральные). Обозначение различных оттенков цветных и дымчатых стекол пока совершенно произвольно и действие их на глаз в нормальном и патологическом состоянии пока не изучено надлежащим образом..

Давность происхождения очков. Некоторые высказывают предположение, что очки были известны еще древнему Риму и якобы Нерон рассматривал предметы через какой-то изумруд. Однако, никаких веских аргументов в пользу такого предположения нет. Вероятнее думать, что Нерон страдал светобоязнью и пользовался изумрудом как цветным стеклом для облегчения субъективных ощущений. Изобретение выпуклых очков приписывают легендарной личности — флорентинцу *Salvino d'Armati*, якобы жившему в XIII столетии. Вернее же сказать, что ни о личности изобретателя очков, ни о времени и месте их изобретения ничего достоверного неизвестно. Фактические же давние таковы: в XV веке появилось пенсне, в XVI столетии—вогнутые очки, а цилиндрические стекла — в XIX веке.