

Министерство образования Российской Федерации
Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
"Сибирский Государственный медицинский Университет"

Кривошеина О.И., Екимов А.С., Фетисов А.А.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИКА,
РЕФРАКЦИЯ И АККОМОДАЦИЯ ГЛАЗА**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Под редакцией д.м.н., профессора Запускалова И.В.

Томск 2005

УДК 612.84/.88:617.726/.753

Авторы:

Кривошеина О.И., Екимов А.С., Фетисов А.А.

Физиологическая оптика, рефракция и аккомодация глаза

Томск, 2005, 27 с. Учебное пособие под редакцией д.м.н., профессора Запускалова И.В.

Аннотация:

В учебном пособии дана характеристика глаза как сложной оптической системы, подробно рассмотрены различные виды рефракции. Изложены физические основы коррекции аметропий. Детально отражены сведения об астигматизме. Даны представления об аккомодации и видах ее патологии. Приведена характеристика оптических стекол, освещены методы исследования органа зрения с целью назначения оптической коррекции. Изложены общие правила назначения очков, а также особенности их применения при различных видах рефракции. Специальный раздел посвящен клинике истинной близорукости с описанием широкого комплекса мер по лечению и профилактике данного заболевания.

Учебное пособие предназначено для студентов лечебного и педиатрического факультетов.

Рецензент:

Доцент курса глазных болезней ФУВа кафедры офтальмологии СибГМУ, кандидат медицинских наук Н.Л. Теплякова.

Утверждено и рекомендовано к печати учебно-методической комиссией лечебного факультета (*протокол № 7 от 17 января 2005*) и центральным методическим советом СибГМУ (*протокол № 4 от 12 февраля 2005*).

Рефракция - это преломление света в оптической системе. Учение о рефракции основано на законах оптики, характеризующих распространение света в различных средах. По отношению к глазу различают два вида рефракции: физическую и клиническую.

Физическая рефракция.

Преломляющая сила оптической системы глаза, выраженная в диоптриях.

Диоптрия (D) - единица измерения преломляющей способности оптического стекла. 1,0 D - преломляющая сила стекла с фокусным расстоянием 1 м. Сила стекла обратно пропорциональна фокусному расстоянию (Рисунок 1).

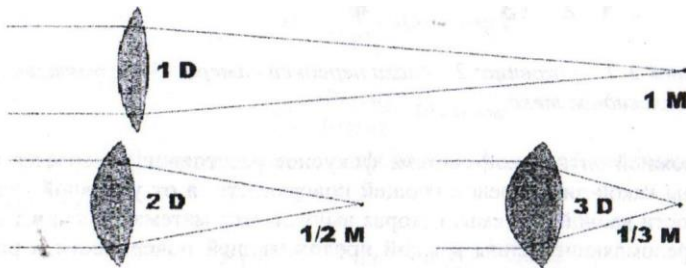


Рисунок 1. Зависимость фокусного расстояния линзы от ее преломляющей силы.

Глаз человека представляет собой сложную оптическую систему, которую образуют (Рисунок 2):

- *роговица* - преломляющая сила в среднем составляет 40,0 D. Радиус кривизны передней поверхности роговицы равен 7,7 мм, задней поверхности 7,0 мм.

- *влага передней камеры* - функцию преломляющей среды выполняет вместе с роговицей и служит проводником лучей.

- *хрусталик* - преломляющая сила составляет 20,0 D. Радиус кривизны передней поверхности хрусталика равен 10,0 мм, задней поверхности - 6,0 мм.

- *стекловидное тело* - является, преимущественно, проводником лучей, и преломляющая сила составляет 1,5 - 2,0 D.

Физическая рефракция глаза человека варьирует в пределах 52,6 - 71,3 D, составляя в среднем 60,0 D.

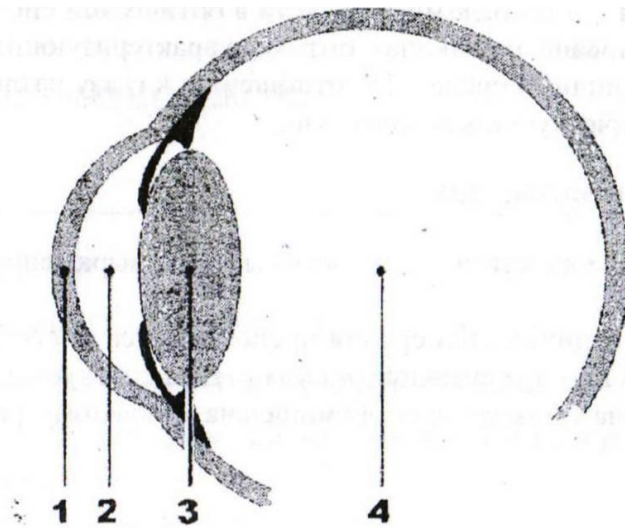


Рисунок 2. 1 - роговица; 2 - влага передней камеры; 3 - хрусталик; 4 - стекловидное тело.

В сложной оптической системе фокусное расстояние измеряется не от вершины какой-либо преломляющей поверхности, а от условной главной плоскости данной системы, которая вычисляется математически из величины преломляющей силы каждой преломляющей поверхности и расстояния между ними (Рисунок 3).

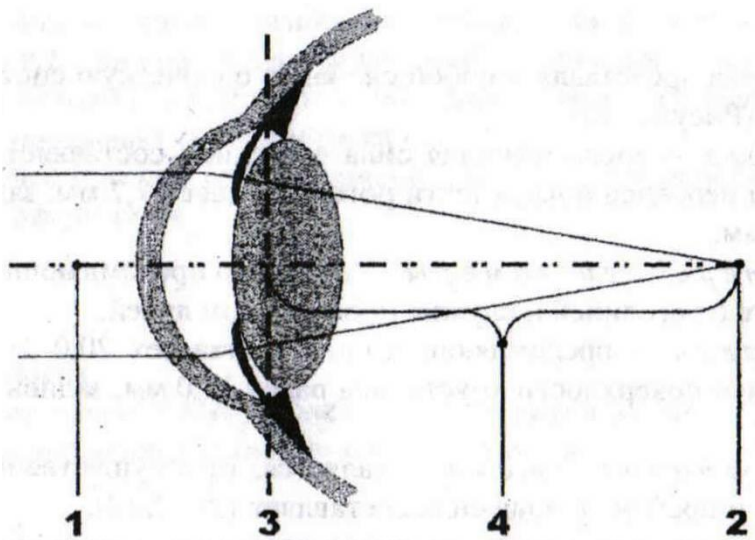


Рисунок 3. 1 - главная оптическая ось; 2 - главный фокус; 3- главная плоскость; 4 - фокусное расстояние - F .

Главная оптическая ось - прямая линия, проходящая через центры кривизны всех преломляющих поверхностей оптической системы.

Главный фокус — точка соединения лучей, падающих параллельно главной оптической оси, после преломления в системе.

Главное фокусное расстояние - расстояние от главной плоскости до главного фокуса. Фокусное расстояние (F) характеризует преломляющую силу оптической системы. Чем сильнее преломляет система, тем короче ее фокусное расстояние.

Зная фокусное расстояние стекла, можно определить его рефракцию (D) по формуле:

$$D = \frac{1\text{м}}{F(\text{м})} \quad \text{или} \quad D = \frac{100\text{см}}{F(\text{см})}$$

Например, преломляющая сила стекла при F=2 м будет равна

$$D = \frac{1(\text{м})}{2(\text{м})} = 0,5\text{диоптр}$$

при F=10 см

$$D = \frac{100\text{см}}{10(\text{см})} = 10\text{диоптр}$$

Зная рефракцию, можно определить фокусное расстояние стекла.

При этом:

$$F(\text{м}) = \frac{1\text{м}}{D} \quad \text{или} \quad F(\text{м}) = \frac{100\text{см}}{D}$$

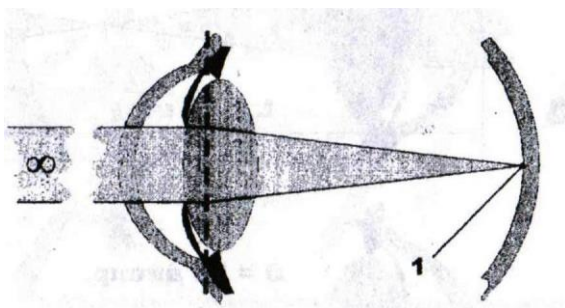


Рисунок 4 Соразмерная клиническая рефракция. 1 - главный фокус, совпадающий с сетчаткой.

Клиническая рефракция

Характеризуется положением заднего главного фокуса по отношению к

сетчатке, т.е. отражает соразмерность преломляющей силы оптической системы глаза с длиной его передне-задней оси.

Если задний главный фокус оптической системы совпадает с сетчаткой, то параллельные лучи света после преломления в глазу собираются на сетчатке. Такой глаз называется соразмерным, т.е. преломляющая сила оптической системы глаза и длина его передне-задней оси соответствуют друг другу. Такая клиническая рефракция называется **эмметропией** - E_m (Рисунок 4).

Если главный фокус не совпадает с сетчаткой, то возникает несообразная рефракция - **аметропия**.

Существует 2 вида аметропии:

1. **миопия** (M) - близорукость
2. **гиперметропия** (Hm) - дальнозоркость

При M главный фокус оптической системы располагается перед сетчаткой, что может быть обусловлено 2 причинами:

1. большая преломляющая сила оптической системы глаза - свыше $60,0 D$ (Рисунок 5 А);
2. увеличение передне-задней оси глаза - больше 24 мм (Рисунок 5 Б).

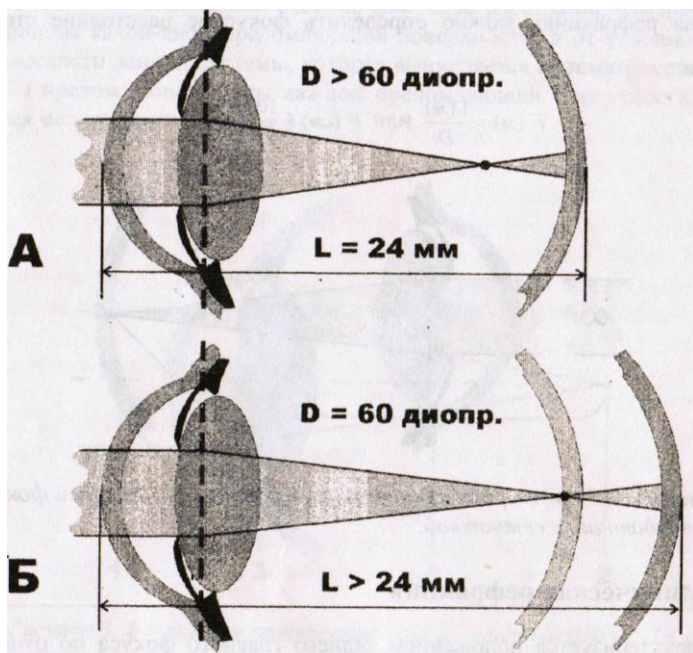


Рисунок 5. Несоразмерная клиническая рефракция-миопия.

При H_m главный фокус оптической системы располагается позади сетчатки, что может быть обусловлено следующими причинами:

1. преломляющая сила оптической системы глаза менее $60.0 D$ (Рисунок 6 А);
2. укорочение передне-задней оси глаза - менее 24 мм (Рисунок 6 Б).

Клиническую рефракцию характеризует также дальнейшая точка ясного зрения (*punctum remotum* - *PR*)- это наиболее удаленная от глаза точка, которая отчетливо видна при полном покое аккомодации. Световые лучи, исходящие из этой точки, после преломления в глазу собираются на сетчатке.

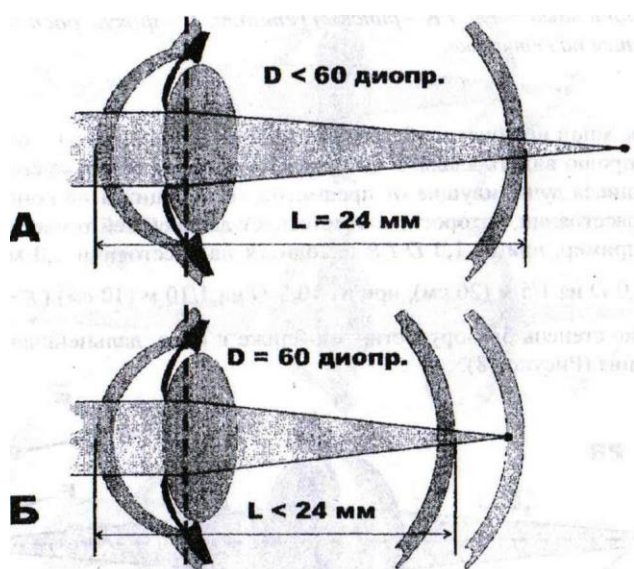


Рисунок 6. Несоразмерная клиническая рефракция - гиперметропия.

У H_m в фокусе на сетчатке после преломления собираются параллельные лучи света, идущие из бесконечности. Там и находится дальнейшая точка ясного зрения H_m , поэтому он хорошо видит вдаль. Установлено, что идущие с расстояния 5-6 м лучи, проходя в глаз через зрачок средней ширины, образуют столь небольшое расхождение, что их условно считают параллельными. В связи с этим таким расстоянием пользуются для определения остроты зрения (Рисунок 7).

При M параллельные лучи после преломления соединяются в фокусе впереди сетчатки, т.е. M является более сильной рефракцией, чем H_m .

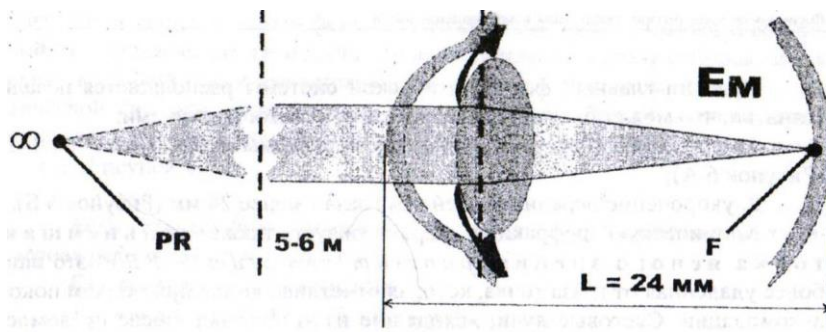


Рисунок 7. Положение дальнейшей точки ясного зрения для эметропического глаза. *PR* - *punctum remotum*, *F* - фокус, располагающийся на сетчатке.

Т.к. миоп не приспособлен к восприятию параллельных лучей, он не может хорошо видеть вдаль. В близоруком глазу на сетчатке соединяются расходящиеся лучи, идущие от предметов, находящихся на конечном, коротком расстоянии, которое и соответствует дальнейшей точке ясного зрения. Например, при $M\ 1,0\ D$ *PR* находится на расстоянии 1,0 м от глаза, при $M\ 5,0\ D$ на 1/5 м (20 см), при $M\ 10,0\ D$ на 1/10 м (10 см) ($F_{(M)} = \frac{100\text{см}}{D}$).

Чем выше степень близорукости, тем ближе к глазу дальнейшая точка ясного зрения (Рисунок 8).

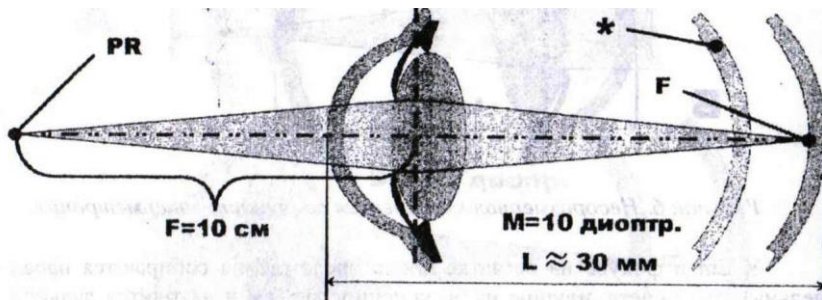


Рисунок 8. Положение дальнейшей точки ясного зрения для глаза с миопией 10 диоптр. *PR* - *punctum remotum*; *F* - фокус, располагающийся на сетчатке. Знаком * отмечено положение заднего полюса в эметропическом глазу

При H_m параллельные лучи сходятся в фокусе позади сетчатки, т.е. H_m является более слабой рефракцией по сравнению с E_m (Рисунок 6).

Гиперметроп не способен к восприятию параллельных лучей, т.к. их фокус располагается позади сетчатки, и, следовательно, не может хорошо видеть вдаль (Рисунок 9 А). Еще дальше за сетчаткой в гиперметропическом глазу находится фокус расходящихся лучей, идущих с короткого расстояния, в связи с этим гиперметроп лишен возможности хорошо видеть и на близком расстоянии (Рисунок 9 Б). В фокусе на сетчатке могут соединиться только сходящиеся лучи, которых нет в природе. Поэтому гиперметропический глаз в реальности не имеет дальнейшей точки ясного зрения. При дальнозоркости существует мнимая дальнейшая точка ясного зрения, расположенная в отрицательном пространстве, позади глаза (Рисунок 9 В).

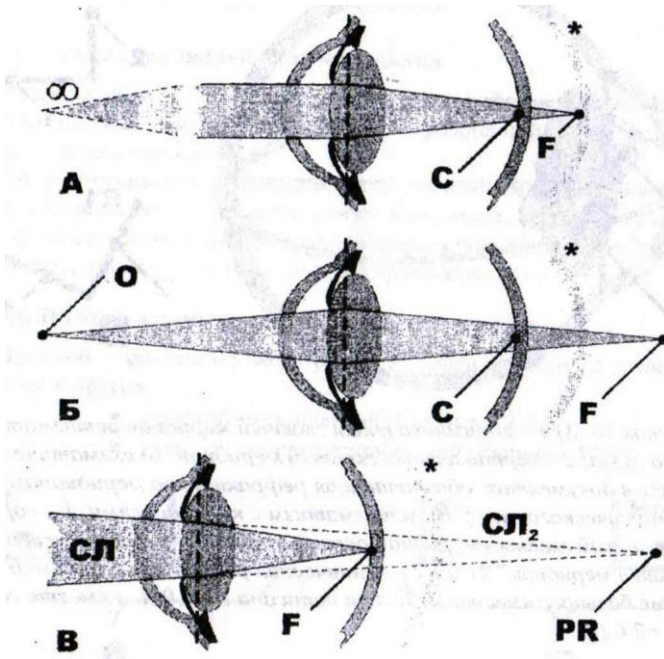


Рисунок 9. Пилотские дальнейшей точки ясного зрения для глаза с гиперметропией. $*$ - положение заднего полюса глаза в эметропическом глазу; C - сетчатка; F - фокус оптической системы глаза; O - объект, расположенный на конечном расстоянии перед глазом; $СЛ$ - сходящиеся лучи, падающие на глаз; $СЛ_2$ - продолжение лучей, падающих на глаз в отрицательное пространство за глаз; PR - мнимая дальнейшая точка ясного зрения, расположенная в отрицательном пространстве, позади глаза

Астигматизм

Сочетание в одном глазу различных видов рефракции или разных степеней одного вида рефракции.

В астигматических глазах две перпендикулярные плоскости сечения с наибольшей и наименьшей преломляющей силой называются *главными меридианами*. Чаще они взаимно перпендикулярны и располагаются вертикально и горизонтально (Рисунок 10), однако могут иметь и косое расположение, образуя *астигматизм с косыми осями*.

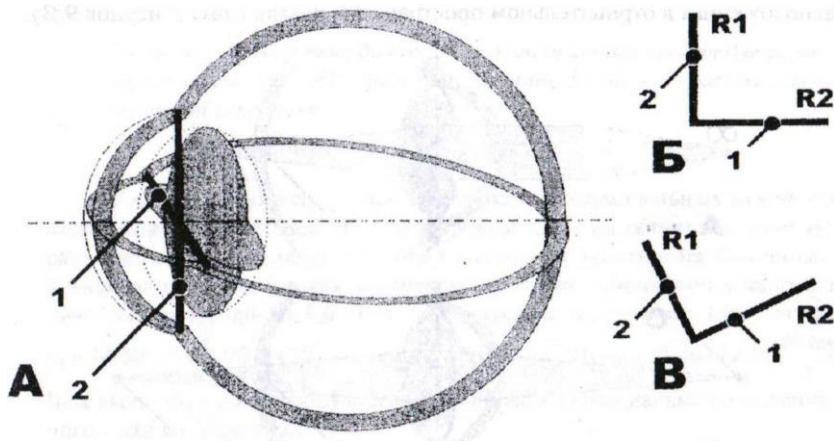


Рисунок 10. А) 1 - горизонтальный главный меридиан астигматического глаза; 2- вертикальный главный меридиан. Б) схематическая запись в документах, обозначающая рефракцию по меридианам астигматического глаза. В) Астигматизм с косыми осями. 1 - горизонтальный главный меридиан астигматического глаза; 2 - вертикальный меридиан: R1 и R2 - клиническая рефракция (например, в карте больного вместо R1 будет написано M-3,0 Д, а вместо R2 - Hm +2.0 Д).

Классификация астигматизма

I. По типу

Прямой - вертикальный меридиан характеризуется более сильной рефракцией, чем горизонтальный (Рисунок 11А).

Обратный - горизонтальный меридиан обладает более сильной рефракцией, чем вертикальный (Рисунок 11 Б).

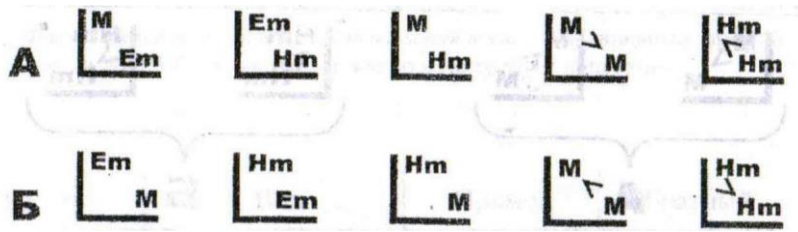


Рисунок 11. А - различные варианты прямого астигматизма; Б - различные варианты обратного астигматизма. Знак > или < указывает на то, что по одному из меридианов преломляющая способность больше (меньше), чем по второму

II. По преломляющей силе меридиана

Правильный - характеризуется одинаковой преломляющей силой на протяжении всего меридиана. Является «рожденной аномалией и редко изменяется в течение жизни.

Неправильный - характеризуется локальными изменениями преломляющей силы на протяжении одного меридиана. Является приобретенным и возникает вследствие изменений формы роговицы после перенесенных заболеваний или операций: рубец, кератоконус и т.д.

III. По виду клинической рефракции в меридианах

Простой сочетание эмметропии в одном меридиане с аномалией рефракции в другом.

- простой миопический (Рисунок 12 А).
- простой гиперметропический (Рисунок 12 Б).

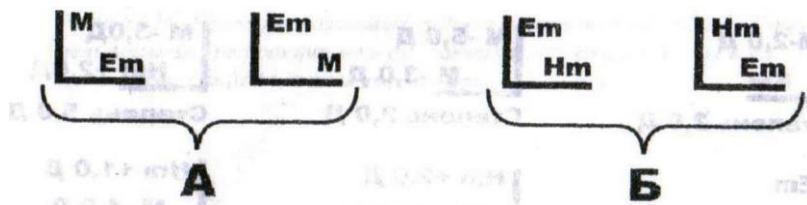


Рисунок 12. А - простой миопический астигматизм; Б - простой гиперметропический астигматизм

Сложный - сочетание в обоих меридианах разных степеней одного вида аномалии рефракции.

- сложный миопический (Рисунок 13 А).
- сложный гиперметропический (Рисунок 13 Б).

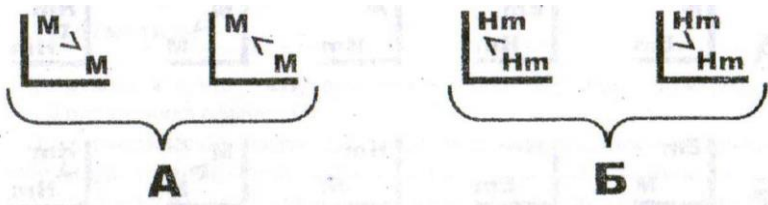


Рисунок 13. А - сложный миопический астигматизм; Б - сложный гиперметропический астигматизм

Смешанный - сочетание миопии и гиперметропии в разных меридианах (Рисунок 14).



Рисунок 14. Варианты смешанного астигматизма

IV. по оптической структуре

- роговичный (вызван неравномерностью кривизны роговицы)
- хрусталиковый (вызван неравномерностью кривизны хрусталика)
- комбинированный (сочетание первой и второй причины)

О степени астигматизма судят по разности клинической рефракции в главных меридианах. При этом степень сложного астигматизма определяется вычитанием, а смешанного сложением.

$\begin{array}{ l} \text{M} - 2,0 \text{ Д} \\ \text{Em} \end{array}$ Степень 2,0 Д	$\begin{array}{ l} \text{M} - 5,0 \text{ Д} \\ \text{M} - 3,0 \text{ Д} \end{array}$ Степень 2,0 Д	$\begin{array}{ l} \text{M} - 3,0 \text{ Д} \\ \text{Hm} + 2,0 \text{ Д} \end{array}$ Степень 5,0 Д
$\begin{array}{ l} \text{Em} \\ \text{Hm} + 1,0 \text{ Д} \end{array}$ Степень 1,0 Д	$\begin{array}{ l} \text{Hm} + 2,0 \text{ Д} \\ \text{Hm} + 5,0 \text{ Д} \end{array}$ Степень 3,0 Д	$\begin{array}{ l} \text{Hm} + 1,0 \text{ Д} \\ \text{M} - 4,0 \text{ Д} \end{array}$ Степень 5,0 Д
А	Б	В

Рисунок 15. Расчет степени астигматизма. А - простой астигматизм; Б - сложный астигматизм; В - смешанный астигматизм.

Физиологический астигматизм - правильный прямой астигматизм до 0,5

D. Не вызывает жалоб и не требует коррекции.

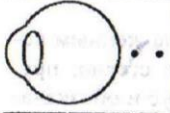
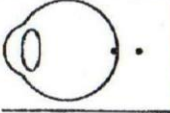
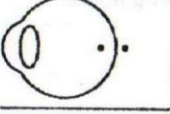


Схема	Вид	Прямой	Обратный
	Сложный гиперметропиче-	Нм 2Д └─ Нм 5Д	Нм 5Д └─ Нм 2Д
	Простой гиперметропиче-	Ем └─ Нм 3Д	Нм 3Д └─ Ем
	Смешанный	М 1,5Д └─ Нм	Нм └─ М 1,5Д
	Простой миопиче-	М 3Д └─ Ем	Ем └─ М 3Д
	Сложный миопиче-	М 5Д └─ М 2Д	М 2Д └─ М 5Д

Рисунок 16 Примеры различных видов и типов астигматизма Степень (разница рефракции между главными меридианами) для всех приведенных видов и типов составляет 3 диоптрии.

Оптические стекла

Преломляющей способностью обладает стекло, в основе которого есть призма, г.к. луч света, проходя через призму, отклоняется к ее основанию.

Виды оптических стекол:

I. по характеру преломления лучей

Собирающее (convex) - аналогично двум призмам, сложенным основаниями. Параллельные лучи света, проходя через такое стекло, превращаются и сходящиеся. Стекло имеет действительный фокус и обозначается знаком «+» (Рисунок 17).

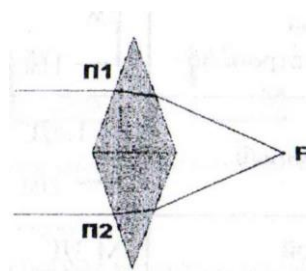


Рисунок 17. П1 и П2 - призмы, сложенные основаниями, F - действительный фокус стекла

Рассеивающее (concav) - аналогично двум призмам, сложенным вершинами. Параллельные лучи, проходя через стекло, прекращаются в расходящиеся. Стекло имеет мнимый фокус, т.к. он находится по ту же сторону стекла, откуда падают лучи, и обозначается знаком «-» (Рисунок 18).

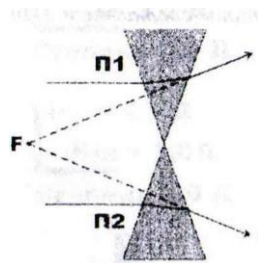


Рисунок 18. П1 и П2 - призмы, сложенные вершинами, F - мнимый фокус стекла

II. по форме преломляющих поверхностей

1. сферические
2. цилиндрические
3. торические

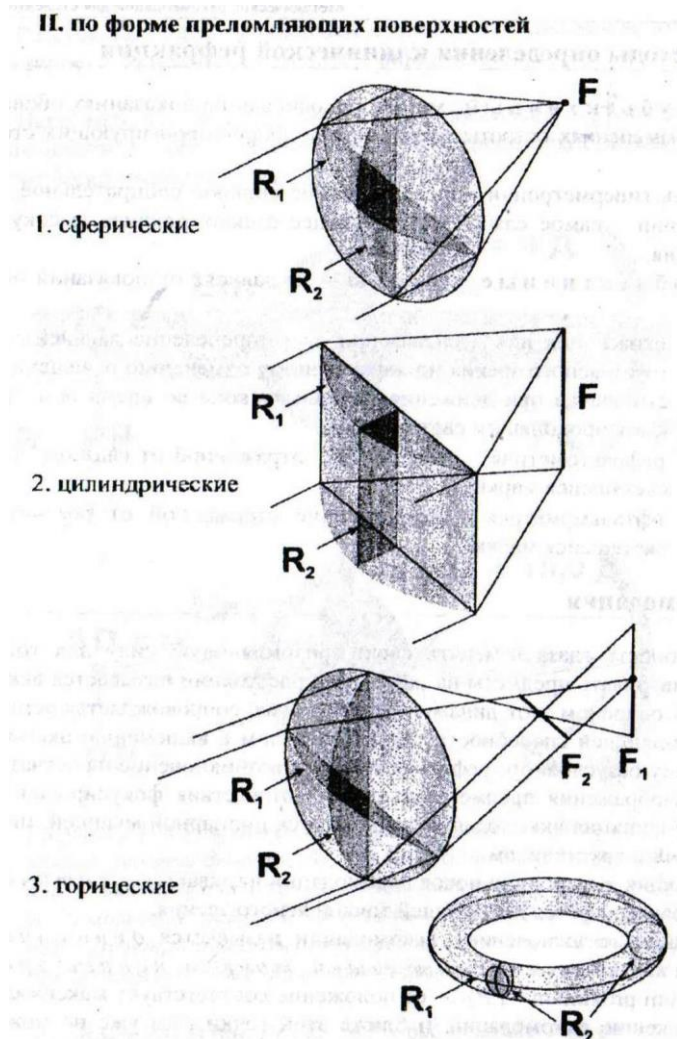


Рисунок 19. 1. Сферическое стекло ($R_1=R_2$ - радиусы кривизны по горизонтали и вертикали равны, стекло имеет единый фокус F в виде точки); 2. Цилиндрическое стекло ($R_1 \neq R_2$ - кривизна по вертикали отсутствует, $R_2 \rightarrow \infty$, стекло имеет единый фокус F в виде линии); 3. Торическое стекло ($R_1 \neq R_2$ - кривизна по вертикали больше, чем по горизонтали, $R_2 < R_1$, стекло имеет 2 фокуса, соответственно - F_1 и F_2 в виде линий)

Методы определения клинической рефракции

I. субъективный метод - основан на показаниях обследуемого об изменениях остроты зрения при подборе корригирующих стекол.

Степень гиперметропии определит самое сильное собирающее, а степень миопии - самое слабое рассеивающее стекло, дающее высокую остроту зрения.

II. объективные методы - не зависят от показаний обследуемого.

- скиаскопия или «теневая проба» - определение дальнейшей точки ясного зрения по характерному изменению освещенности зрачка при движениях офтальмоскопа во время осмотра глаза проходящим светом.

- рефрактометрия - исследование отраженной **от глазного дна** светящейся марки.

- офтальмометрия - исследование отраженной **от роговицы** светящейся марки.

Аккомодация

Способность глаза изменять свою преломляющую силу для того, чтобы рассматривать предметы на различном расстоянии называется аккомодацией. В основном этот динамический процесс сопровождается усилением преломляющей способности глаза. Стимулом к включению аккомодации по типу безусловного рефлекса является возникновение на сетчатке нечеткого изображения предмета вследствие отсутствия фокусировки. В самом глазу функция аккомодации выполняется цилиарной мышцей, цинновой связкой и хрусталиком.

Рефракция в состоянии покоя аккомодации называется *статической* и характеризуется дальнейшей точкой ясного зрения.

Рефракция с включением аккомодации называется *динамической*. Она характеризуется *ближайшей точкой ясного зрения* (punctum proximum - PP) - ее положение соответствует максимальному напряжению аккомодации, и ближе этой точки глаз уже не может четко видеть объекты. Определяется ближайшая точка ясного зрения путем измерения наименьшего расстояния, на котором еще

возможно чтение мелкого печатного текста (с помощью линейки).

Функция аккомодации зависит от: 1) рефракции исследуемого; 2) возраста; 3) расстояния от рассматриваемого объекта. Так, эметроп и миоп пользуются аккомодацией при рассматривании предметов, находящихся на расстоянии ближе их дальнейшей точки ясного зрения. Гиперметроп вынужден постоянно включать аккомодацию при рассматривании предметов с любых расстояний.

Расстояние между дальнейшей и ближайшей точками ясного зрения, выраженное в линейных величинах, определяет *длину аккомодации*.

Например, у эметропа $PP=10$ см. а поскольку PR располагается в бесконечности, то длина аккомодации у эметропа будет находится в пределах от бесконечности до 10 см (Рисунок 20).

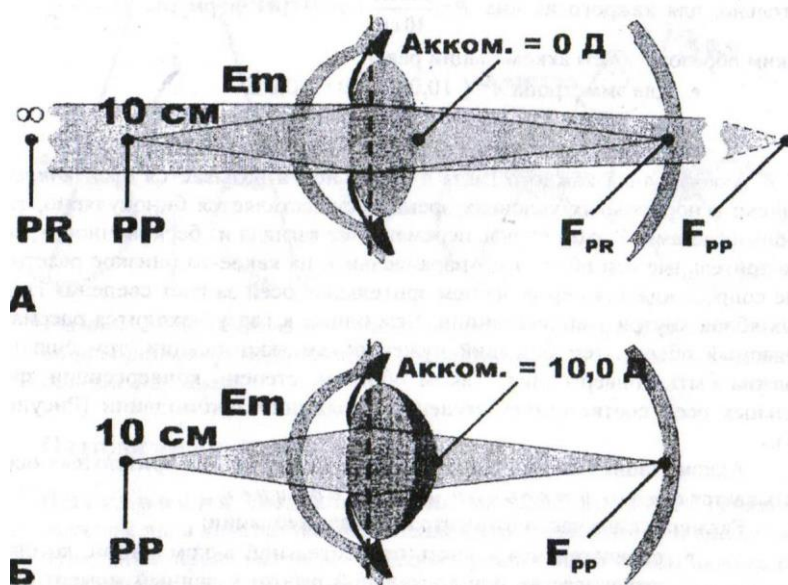


Рисунок 20. А - положение фокуса (F_{PR}) от дальнейшей (PR) точки ясного зрения и фокуса (F_{PP}) от ближайшей (PP) точки ясного зрения в эметропическом глазу в условиях статической рефракции. Б - положение фокуса (F_{PP}) от ближайшей (PP) точки ясного зрения в эметропическом глазу в условиях динамической рефракции, при полном напряжении аккомодации (объем аккомодации - 10,0Д)

У миопа в 2,0 D при $PP=10$ см PR располагается на расстоянии 50 см

($F_{(M)} = \frac{100\text{см}}{D}$, т.е. $F_{(M)} = \frac{100\text{см}}{2D} = 50\text{см}$). Следовательно, у него длина

аккомодации будет находиться в пределах от 50 см до 10 см.

У гиперметропа в $2,0 D$ PP 10 см, а PR располагается в отрицательном пространстве за глазом. Значит, длина аккомодации этого глаза простирается от отрицательного пространства до 10 см перед глазом.

Разница между динамической и статической рефракцией, выраженная в диоптриях, характеризует *объем аккомодации*.

Находится по формуле

$$A = P - R,$$

где A - объем аккомодации, P - динамическая рефракция (всегда имеет отрицательное значение), R - статическая рефракция.

Например, эметроп, миоп в $2,0 D$ и гиперметроп в $2,0 D$ имеют ближайшую точку ясного зрения на расстоянии 10 см перед глазом, следовательно, для каждой из них $P = \frac{100\text{см}}{10\text{см}}$ (из формулы $F(m) = \frac{100\text{см}}{D}$).

Таким образом, объем аккомодации равен:

- для эметропа $A = (-10,0 D) - 0 = 10,0 D$
- для миопы в $2,0 D$ $A = (-10,0 D) - (-2,0 D) = 8,0 D$
- для гиперметропа в $2,0 D$ $A = (-10,0 D) - (+2,0 D) = 12,0 D$.

Аккомодация каждого глаза в отдельности называется *абсолютной*.

Однако в нормальных условиях зрение осуществляется бинокулярно, т.е. обоими глазами. В этом случае перемещение взгляда из бесконечности, когда зрительные оси обоих глаз параллельны, на какое-то близкое расстояние сопровождается пересечением зрительных осей за счет сведения глазных яблок кнутри - конвергенции. Чем ближе к глазу находится рассматриваемый объект, тем больший нужен объем аккомодации, тем сильнее должна быть конвергенция. Таким образом, степень конвергенции зрительных осей соответствует степени напряжения аккомодации (Рисунок 21).

Аккомодация глаз при определенной конвергенции зрительных осей называется *относительной аккомодацией*.

Различают две части относительной аккомодации:

- **отрицательная** часть относительной аккомодации, которая затрачивается при зрительной работе в данный момент времени (*затраченная аккомодация*).
- **положительная** - часть относительной аккомодации, которая осталась в запасе (*запас аккомодации*).

Определение относительной аккомодации и составляющих ее частей осуществляют путем подбора самую сильного собирающую и самого сильного рассеивающего стекл, которые не нарушают ясности зрения в данной точке, т.е. при одной и той же степени конвергенции. При этом аккомодация, определенная собирающим стеклом, будет отрицательной частью, а определенная рассеивающим стеклом - положительной частью.

У Em в 20-летнем возрасте объем аккомодации составляет в среднем $10,0 D$ (ближайшая точка ясного зрения находится на расстоянии 10 см). При зрительной нагрузке без напряжения Em использует $1/3$ объема аккомодации, т.е. $3,0 D$ (отрицательная часть относительной аккомодации) при среднем рабочем расстоянии 33 см (положительная часть относительной аккомодации - $7,0 D$).

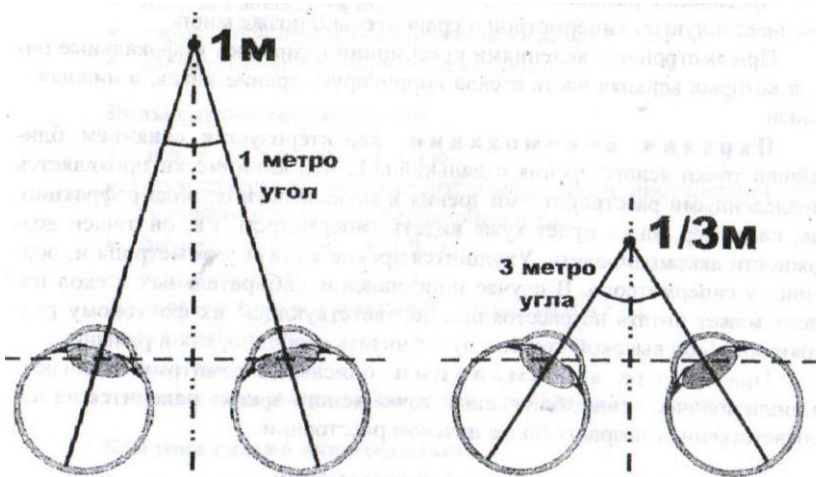


Рисунок 21. Единица измерения конвергенции - метроугол Эта единица обратно пропорциональна расстоянию, на котором находится объект фиксации.

Патология аккомодации

Пресбиопия - возрастное ослабление аккомодации. Это связано с уплотнением ядра хрусталика, нарушением его эластичности и способности к

изменению кривизны. Как следствие, уменьшается объем аккомодации, что клинически проявляется постепенным отодвиганием ближайшей точки ясного зрения и ухудшением зрения на близком расстоянии. Необходимо иметь в виду, что речь идет не о рефракции, а о возрастном изменении аккомодации.

Пресбиопия проявляется обычно с 40 лет, лечение сводится к назначению очков для работы вблизи (табл. 1).

Таблица 1

Назначение очков при пресбиопии

Возраст, годы	Вид клинической рефракции		
	Em, D	Hm	M
40	+1,0	К силе стекла по возрасту прибавляется степень гиперметропии	Из силы стекла по возрасту вычитается степень миопии
45	+1,5		
50	+2,0		
55	+2,5		
60	+3,0		
65 и старше	+3,5		

Пресбиопия развивается при любой рефракции, однако значительно раньше ее ощущают гиперметроп и сравнительно позже миоп.

При аметропии с явлениями пресбиопии назначают бифокальные очки, в которых верхняя часть стекла корректирует зрение вдаль, а нижняя - вблизи.

Паралич аккомодации характеризуется слиянием ближайшей точки ясного прения с дальнейшей, что клинически проявляется определенными расстройствами зрения в зависимости от вида рефракции. Так, например, вдаль будет хуже видеть гиперметроп, т.к. он лишен возможности аккомодировать. Ухудшится зрение вблизи у эметропа и, особенно, у гиперметропа. В случае приставления собирательных стекол пациент может читать на расстоянии, соответствующем их фокусному расстоянию. Миоп высокой степени будет читать свободно, как и раньше.

При **парезе аккомодации** описанные симптомы отличаются лишь

количественно: ближайшая точка ясного зрения находится на несоответственном возрасту более далеком расстоянии.

Причины паралича и пареза аккомодации:

- инсталляция средств, расширяющих зрачок и парализующих аккомодацию (атропин, тропикамид, мидриацил и т.д.);
- поражение цилиарного узла или ствола глазодвигательного нерва (опухоль, воспаление, кровоизлияние, травма);
- поражение ядер глазодвигательного нерва на дне 3-го желудочка (опухоль, энцефалит, кровоизлияние, гидроцефалия и т.д.);
- интоксикации (ботулизм, дифтерия, отравление метиловым спиртом).

Спазм аккомодации (непроизвольное сокращение цилиарной мышцы) возникает вследствие нарушения равновесия между симпатической и парасимпатической иннервациями цилиарной мышцы, с преобладанием парасимпатической.

• Причины спазма:

1. эндогенные факторы

- хронические инфекции и интоксикации
- паразитарная инвазия
- неврологическая патология
- нейроциркуляторная дистония
- недостаточность фузионных резервов
- неустойчивость бинокулярного зрения

2 . экзогенные факторы

- плохая освещенность
- неправильная посадка
- избыточное приближение текста к глазам
- наследственная предрасположенность

Виды спазма аккомодации:

1. по происхождению

- искусственный (медикаментозный) - после инсталляции средств, суживающих

зрачок (пилокарпин и т.д.)

- физиологический - до 1,0 D
- патологический

2. по преломляющей способности

- равномерный
- астигматический
- анизоспазм (встречается редко, преобладает в одном глазу)

Клиника спазма аккомодации:

- снижение остроты зрения вдаль
- быстрая утомляемость глаз при работе на близком расстоянии
- стремление приблизить текст к глазам
- уменьшение объема аккомодации
- приставление «-» стекол улучшает зрение
- уменьшение рефракции на высоте циклоплегии
- непостоянство рефракции

Диагностика спазма аккомодации:

- определение остроты зрения без коррекции, с коррекцией - монокулярно и бинокулярно
- определение рефракции
- определение резерва аккомодации
- определение резерва конвергенции
- определение «-» и «+» частей относительного объема аккомодации

Схема лечения спазма аккомодации:

- санация очагов инфекции в организме
- снятие спазма аккомодации
- противорецидивное лечение

Виды аметропии, правила их коррекции

Гиперметропия

Параллельные лучи сходятся в фокусе позади сетчатки, где находится и дальнейшая точка ясного зрения. Расходящиеся лучи от близкорасположенных предметов собираются еще дальше в фокусе за сетчаткой. Поэтому для хорошего зрения и вдаль и вблизи гиперметроп вынужден постоянно аккомодировать. Однако постоянное напряжение аккомодационного аппарата у лиц молодого возраста нередко становится привычным для глаза, и полного расслабления цилиарной мышцы не наступает. В связи с этим различают *явную гиперметропию* - определяемую при подборе очков, и *скрытую гиперметропию* - обнаруживаемую при медикаментозном параличе аккомодации. В сумме они составляют *полную гиперметропию*.

Выделяют три степени Нт:

1. *слабая - до 2,0 D*

2. *средняя - до 5,0 D*

3. *высокая - свыше 5, 0 D*

Правила коррекции:

Коррекция Нт проводится сферическими собирательными стеклами sph convex.

1. *При слабой степени Нт и нормальной остроте зрения в молодом возрасте коррекция не назначается. Однако при появлении астенопических жалоб назначается гипокоррекция, на 1,0 D меньше степени рефракции, чаще выписываются очки для работы вблизи. Полная коррекция назначается пациентам со сходящимся косоглазием*

2. *При Нт средней и высокой степени назначается коррекция для постоянного ношения, максимально переносимая и дающая наилучшую остроту зрения.*

Миопия

Классификация

I. по патогенезу

1. истинная осевая
2. ложная или псевдомиопия:
 - а. спазм аккомодации
 - б. ночная миопия
 - в. транзиторная миопия (медикаментозная и на фоне общих заболеваний).

II. по степени

1. слабая - до 3,0 D
2. средняя - от 3,25 до 6,0 D
3. высокая - от 6,25 D и выше.

III. по времени возникновения

1. врожденная
2. приобретенная
 - а. в дошкольном возрасте
 - б. в школьном возрасте

IV. по течению

1. стационарная
2. прогрессирующая - признаки:
 - а. увеличение передне-задней оси глаза на 1 мм в год
 - б. увеличение степени близорукости на 1,0 D в год.

Клиника истинной или осевой миопии

В развитии клинических проявлений важное значение имеет дефицит кровоснабжения глаза, возрастающий по мере увеличения степени близорукости.

Со стороны переднего отрезка глаза - ранее развитие атрофических процессов: разрушение пигментного листка радужки и отложение пигмента на эндотелии роговицы, в углу передней камеры. В хрусталике рано формируется ядерная катаракта. В стекловидном теле развивается фибриллярная деструкция - при этом больные жалуются на "летающие мушки", плавающие помутнения перед глазами.

Изменения глазного дна, типичные для миопии, локализуются в следующих областях:

ДЗН - миопический конус - имеет вид серпа беловатого или желтоватого цвета с височной стороны ДЗН, образующийся вследствие растяжения тканей в районе заднего полюса глаза и последующей атрофии хориоидеи вокруг ДЗН.

Область желтого пятна - диспигментация, трещины мембраны Бруха, мелкие атрофические очажки, отек, рецидивирующие кровоизлияния с формированием грубого пигментного очага (пятно Фукса).

Периферия - в области экватора - снегоподобная, решетчатая дистрофия, кистевидная дистрофия, атрофические фокусы хориоидеи.

Правила коррекции:

Коррекция М проводится сферическими рассеивающими стеклами - sph concav.

1. Миопия слабой степени

При *M* 1,0 - 2,0 *D* рекомендуется пользоваться очками для дали по необходимости.

При *M* слабой степени и ослабленной аккомодации дается коррекция, при которой острота зрения каждого глаза в отдельности (монокулярно) будет 0,6. а бинокулярно - 0,8.

2. Миопия средней степени

Для дали - подбирается коррекция, при которой острота зрения каждого глаза в отдельности (монокулярно) будет 0,6, а бинокулярно - 0,8. Для близи - дается коррекция на 2,0-2,5 *D* слабее.

3. Миопия высокой степени

Для дали - дается коррекция в зависимости от субъективных ощущений пациента.

Для близи - назначается коррекция на 3,0-4,0 *D* слабее.

Лечение миопии

Лица с близорукостью любой степени должны находиться под диспансерным наблюдением. При миопии слабой и средней степени их осматривают один раз в год, при миопии высокой степени - 2 раза в год.

Главная задача диспансеризации и лечебных мероприятий - предотвращение прогрессирования и профилактика осложнений.

Консервативное лечение:

Улучшение аккомодации. Комплекс тренировочных упражнений для цилиарной мышцы с помощью линз по Мац-Аветисову - для тренировки используют как минусовые, так и плюсовые линзы, что обеспечивает принцип физиологического «массажа» мышцы. Силу линз, приставляемых к глазам, постепенно увеличивают от 0,5-1,0 *D* и доводят до субмаксимальной величины положительной (при использовании рассеивающих линз) или отрицательной (при использовании собирающих линз) частей относительной аккомодации. Чтение с каждой новой линзой продолжается 3 мин. Курс тренировок состоит из 15-20 сеансов упражнений.

В домашних условиях - рекомендуется проведение упражнений типа «объект на оконном стекле - дальний объект». Пациент в очках для дали встает на расстоянии 30-35 см от оконного стекла, к которому на уровне глаз прикреплен метка диаметром 3-5 мм. Вдали на линии зрения, проходящей через эту метку, он выбирает объект для фиксации и затем поочередно переводит взгляд то на метку на стекле, то на объект вдали. Упражнения проводят 2 раза в день в течение 15-20 дней.

Медикаментозное воздействие - рекомендуются инстилляци 1% раствора тропикамида на ночь и мезатона утром в течение 1 месяца. При необходимости быстрого восстановления ослабленной функции цилиарной мышцы показаны инстилляци раствора пилокарпина.

Улучшение регионарной гемодинамики. Рекомендуются сосудорасширяющие препараты периферического действия, оказывающие влияние на сосуды глаза и вместе с тем не вызывающие существенных сдвигов в общей гемодинамике. К таким средствам относятся никотиновая кислота, нигексин, галидор, трентал и др. Однако сосудорасширяющие препараты не рекомендуются при геморрагической форме осложненной миопии.

Нормализация обменных процессов в сетчатке и сосудистой оболочке

целесообразно назначение таких препаратов как 0,2% раствор аденозинтрифосфорной кислоты, 1% раствор рибофлавина-моноклеотида, 4% раствор тауфона и др.

1 Хирургическое лечение:

Лазеркоагуляция - выполняется при наличии хориоретинальных изменений в центральных и периферических отделах глазного дна с целью профилактики отслойки сетчатки.

Склероукрепляющие операции - выполняются для усиления истонченной и растянутой склеры в заднем полюсе глазного яблока.

Склеропластика - используются трансплантаты из широкой фасции бедра, гомосклеры, твердой мозговой оболочки, которые проводят за глазное яблоко с помощью специального инструмента. Эффект склеропластики при близорукости состоит в прекращении или существенном замедлении прогрессирования миопии, а также небольшом уменьшении степени миопии, что достигается за счет механического укрепления склеральной капсулы глаза путем образования дополнительного каркаса и реваскуляризации склеры.

Показания для склеропластики:

- прогрессирующее миопии на 1,0 D и более в год
- увеличение передне-задней оси глазного яблока более 1 мм в год

Инъекция склероукрепляющая (ИСУ) - является безоперационным методом укрепления склеры при прогрессирующей миопии. При этом под тенонovu капсулу в задненаружном отделе глаза инъекционным путем вводят вспенивающуюся полимерную композицию, образующую на поверхности склеры после полимеризации упругий пеногель.

Рефракционные операции

Удаление прозрачного хрусталика - выполняется различными методами в зависимости от степени прозрачности и плотности хрусталика, возраста пациента.

Недостатки:

- остаточная послеоперационная аметропия;

- отсутствие аккомодации в оперированном глазу;
- возможность дальнейшего прогрессирования миопии.

Осложнения в послеоперационном периоде:

- отслойка сетчатки - до 30%;
- помутнение задней капсулы хрусталика - до 20-60%;
- гифема, парциальный гемофтальм, грыжа стекловидного тела.

Операции на роговице выполняются с целью уменьшения ее преломляющей способности. Однако подобные операции не предупреждают прогрессирования миопии и возникновения осложнений.

Показания:

- миопическая анизометрония;
- астигматизм;
- стационарная миопия;

Противопоказания: .

- прогрессирующая миопия;
- монофтальм или функциональная неполноценность парного глаза;
- наличие заболеваний глаза (кератит, увеит, катаракта, глаукома, отслойка сетчатки и т.д.);
- наличие тяжелых соматических заболеваний (сахарный диабет, туберкулез, гепатит, гломерулонефрит);
- психические расстройства
- беременность.

Виды:

- радиальная кератотомия - на роговицу наносят несквозные радиальные надрезы (насечки) от зрачковой зоны до лимба, что позволяет уменьшить кривизну ее передней поверхности.
- лазерный *in situ* кератомилез (LASIK) после срезания верхней части роговицы в виде неполного лоскута истончают строму в удаленной части роговицы излучением эксимерного лазера по заданному алгоритму. По окончании манипуляции лоскут возвращают на обработанную лазером поверхность

роговицы.

Осложнения:

- дислокация лоскута роговицы;
- кератоконус, кератэктазия;
- вторичная глаукома;
- «поздний флер» - помутнение роговицы в зоне воздействия в результате эпистромальных пролиферативных процессов.

Оглавление

Физическая рефракция.	3
Клиническая рефракция.	5
Астигматизм.	10
Классификация астигматизма.	10
I. по типу.	10
II. по преломляющей силе меридиана.	11
III. по виду клинической рефракции в меридианах.	11
IV. по оптической структуре.	12
Оптические стекла.	14
Виды оптических стекол.	14
I. по характеру преломления лучей.	14
II. по форме преломляющих поверхностей.	15
Методы определения клинической рефракции.	16
Аккомодация.	16
Патология аккомодации.	19
Назначение очков при пресбиопии.	20
Причины паралича и пареза аккомодации.	21
Причины спазма.	21
Виды спазма аккомодации.	21
Клиника спазма аккомодации.	22
Диагностика спазма аккомодации.	22
Схема лечения спазма аккомодации.	22
Виды аметропии, правила их коррекции.	23
Гиперметропия.	23
Правила коррекции.	23
Миопия.	23
Классификация.	23
Клиника истинной или осевой миопии.	24
Правила коррекции.	25

1. Миопия слабой степени.25
2. Миопии средней степени.	25
3. Миопия высокой степени.	25
Лечение миопии.26

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии СГМУ

Заказ № 15

Тираж 500 экз.