

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра оториноларингологии с курсом офтальмологии**

# **АНОМАЛИИ РЕФРАКЦИИ**

**Учебно-методическое пособие**  
**для студентов 4–6 курсов всех факультетов медицинских вузов,**  
**врачей-интернов, клинических ординаторов, врачей-офтальмологов**

**Гомель**  
**ГомГМУ**  
**2017**

УДК 617.753(072)

ББК 56.7,2

А 69

**Авторы:**

*Л. В. Дравица, Е. В. Конопляник, О. В. Ларионова, Альхадж Хусейн Анас*

**Рецензенты:**

доктор медицинских наук, профессор,  
профессор кафедры офтальмологии

Белорусской медицинской академии последипломного образования

***В. Л. Красильникова;***

кандидат медицинских наук,

заведующая хирургическим отделением консультативной поликлиники

Республиканского научно-практического центра

радиационной медицины и экологии человека

***Т. В. Бобр***

**Аномалии рефракции:** учеб.-метод. пособие для студентов 4–6 курсов  
А 69 всех факультетов медицинских вузов, врачей-интернов, клинических  
ординаторов, врачей-офтальмологов / Л. В. Дравица [и др.]. — Го-  
мель: ГомГМУ, 2017. — 104 с.  
ISBN 978-985-506-975-2

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной про-  
граммой. Представленные материалы соответствуют требованиям образова-  
тельного стандарта по офтальмологии.

Предназначено для студентов 4–6 курсов всех факультетов медицинских ву-  
зов, врачей-интернов, клинических ординаторов, врачей-офтальмологов.

Утверждено и рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
учреждения образования «Гомельский государственный медицинский универси-  
тет» 13 июня 2017 г., протокол № 5.

**УДК 617.753(072)**

**ББК 56.7,2**

**ISBN 978-985-506-975-2**

© Учреждение образования  
«Гомельский государственный  
медицинский университет», 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
1. Глаз как оптическая система .....	6
2. Рефракция и ее виды .....	8
2.1. Физическая рефракция .....	10
2.2. Клиническая рефракция .....	10
2.3. Рефракция и рост глазного яблока .....	11
3. Аккомодация .....	14
3.1. Механизм аккомодации .....	15
3.2. Виды аккомодации .....	16
3.3. Дезаккомодация .....	20
4. Конвергенция .....	21
5. Аномалии рефракции .....	22
6. Миопия .....	23
6.1. Этиология и патогенез .....	25
6.2. Генетические факторы в развитии миопии .....	26
6.3. Клиника прогрессирующей близорукости .....	30
7. Очковая коррекция. История зарождения очков .....	40
7.1. Телескопические очки .....	44
7.2. Изейконические очки .....	45
7.3. Призматическая очковая коррекция .....	45
7.4. Бифокальные очки .....	46
7.5. Прогрессивные очковые линзы .....	47
7.6. Фотохромные очковые линзы .....	47
7.7. Антибликовое (поляризационное) покрытие .....	48
7.8. История зарождения солнцезащитных очков .....	49
8. Лечение миопии .....	50
8.1. Очковая коррекция миопии .....	50
8.2. Контактная коррекция зрения .....	51
8.2.1. История совершенствования производства и материалов для контактных линз .....	52
8.2.2. Применение контактных линз с лечебной целью .....	58
8.2.3. Осложнения контактной коррекции зрения .....	59
8.3. Ортокератология (ОК-терапия) .....	63
8.4. Консервативная терапия близорукости .....	64
8.5. Оперативное лечение близорукости .....	65
8.5.1. Склеропластические операции .....	65
8.5.2. Хирургическая коррекция .....	67
9. Профилактика миопии .....	72
10. Диспансерное наблюдение при миопии .....	75
11. Гиперметропия (дальнозоркость) .....	76

11.1. Виды гиперметропии .....	78
11.2. Осложнения гиперметропии .....	79
11.3. Очковая коррекция гиперметропии .....	79
11.4. Хирургическая коррекция гиперметропии .....	80
12. Астигматизм .....	81
12.1. Классификации астигматизма .....	83
12.2. Коррекция астигматизма .....	86
13. Пресбиопия .....	87
13.1. Патогенез .....	87
13.2. Симптомы пресбиопии .....	89
13.3. Диагностика .....	90
13.4. Коррекция пресбиопии .....	90
13.5. Хирургическое лечение пресбиопии .....	93
14. Методы определения клинической рефракции глаза .....	98
Литература .....	102

## ВВЕДЕНИЕ

Исключительно важную роль в развитии офтальмологической науки сыграли работы выдающегося астронома Иоганна Кеплера, заложившего к 1604 г. основы современной экспериментальной оптики. Ученый впервые стал рассматривать глаз как оптическую систему, позволяющую получать на сетчатке обратное уменьшенное изображение объектов внешнего мира. Кеплер определил сущность близорукости и дальнозоркости, объяснил действие не только положительных, но и отрицательных линз. Результаты его исследований опровергли вековые заблуждения ученых, утверждавших, что органом зрения и световосприятия является только хрусталик глаза.

В 50–60-е гг. XIX ст. на смену эмпирической пришла научная офтальмология. Так, в 1862 г. Херманн Снеллен предложил табличный метод определения остроты зрения, основанный на оценке минимального зрительного угла. Франс Дондерс в 1864 г. создал стройное учение об аномалиях рефракции и аккомодации, впервые научно обосновал подбор очков.

Глаз можно рассматривать как уникальное техническое устройство для передачи изображения, т. к. он представляет собой сложную неточно центрированную систему линз, которая отбрасывает перевернутое и сильно уменьшенное изображение окружающего мира на сетчатку.

# 1. ГЛАЗ КАК ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

**Глаз человека** — это сложная оптическая система. Как и любая оптическая система, он обладает **преломляющей способностью** — **рефракцией**.

**Оптическая система глаза** состоит из нескольких оптических сред: слезной пленки, передней и задней поверхностей роговицы, влаги передней камеры, передней и задней поверхностей хрусталика, стекловидного тела. Лучи света, отраженные от рассматриваемых предметов, проходя через эти среды неодинаковой оптической плотности, преломляются, т. е. отклоняются от первоначального направления.

В оптической системе глаза имеется 6 кардинальных точек: 2 фокусные, 2 узловые и 2 главные.

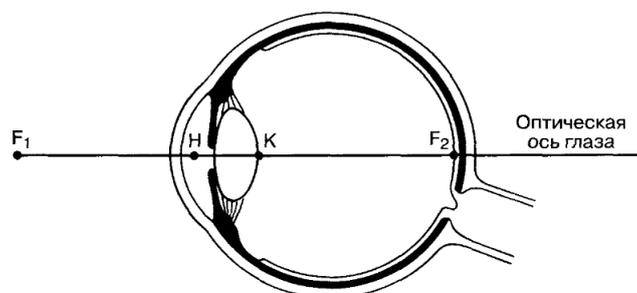
**Фокусные точки** — это точки, в которых пересекаются параллельно идущие лучи после их преломления в оптической системе глаза. Фокусные точки бывают задние и передние. Задняя фокусная точка находится в месте, в котором после преломления собираются лучи света, идущие в глаз спереди. Лучи света, идущие в глаз сзади, после преломления собираются в передней фокусной точке.

**Узловые точки** — это точки, проходя через которые лучи света не преломляются.

**Главными точками** называют точки, с которых начинается преломление.

Расстояние между узловой точкой и фокусом называется **фокусным**. Параллельные лучи света после прохождения через оптическую систему глаза собираются в точке, которую называют **главным фокусом**.

В оптической системе глаза в связи с небольшим расстоянием между точками задняя главная точка очень близко расположена к передней главной точке, а задняя узловая точка находится близко от передней узловой точки. В связи с этим для упрощения считают, что одна узловая точка расположена у заднего полюса хрусталика (в 7 мм позади роговицы), одна главная точка расположена в передней камере в 2 мм от роговицы и две фокусные точки — задняя и передняя (рисунок 1).



**Рисунок 1** — Кардинальные точки упрощенной оптической системы глаза:  
 $F_1$  — передняя фокусная точка;  $F_2$  — задняя фокусная точка;  $H$  — главная точка;  
 $K$  — узловая точка

Одно из наиболее распространенных описаний глаза как оптической системы принадлежит шведскому оптику Альвару Гульстранду. Основные параметры этой системы приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Параметры оптической системы глаза по А. Гульстранду

Наименование	Параметр
Показатель преломления роговицы	1,376
Показатель преломления водянистой влаги и стекловидного тела	1,336
Показатель преломления хрусталика	1,386
Расположение задней поверхности роговицы от вершины роговицы	0,5 мм
Расположение передней поверхности хрусталика от вершины роговицы	3,6 мм
Расположение задней поверхности хрусталика от вершины роговицы	7,2 мм
Расположение центральной ямки сетчатки от вершины роговицы	24,0 мм
Радиус кривизны передней поверхности роговицы	7,7 мм
Радиус кривизны задней поверхности роговицы	6,8 мм
Радиус кривизны передней поверхности хрусталика	10,0 мм
Радиус кривизны задней поверхности хрусталика	6,0 мм
Преломляющая сила роговицы	43,05 Д
Преломляющая сила хрусталика	19,11 Д
Преломляющая сила всего глаза	58,64 Д
Расположение переднего фокуса от вершины роговицы	15,31 Д
Расположение заднего фокуса от вершины роговицы	24,17 Д

Приближенно считается, что преломляющие поверхности роговицы и хрусталика сферичны и их оптические оси совпадают, т. е. глаз является центрированной системой (рисунок 2).

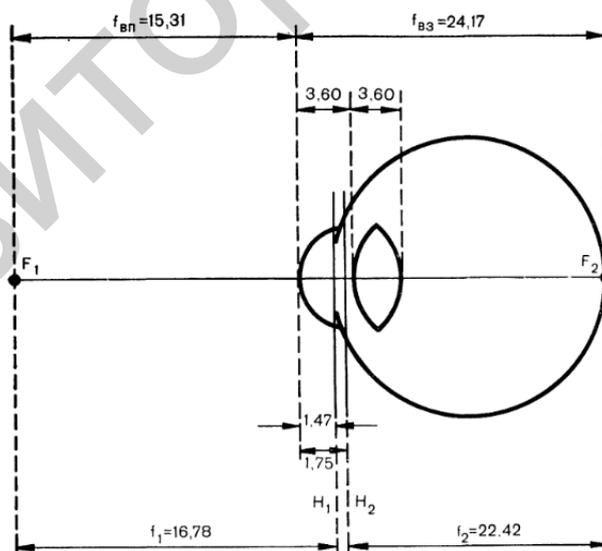


Рисунок 2 — Схематический глаз А. Gullstrand (1909 г.):

$F_1$  — передний фокус;  $F_2$  — задний фокус;  $f_1$  — переднее фокусное расстояние;  $f_2$  — заднее фокусное расстояние;  $H_1$  и  $H_2$  — передняя и задняя главные плоскости;  $f_{вп}$  — переднее вершинное (отсчитанное от вершины роговицы) фокусное расстояние;  $f_{вз}$  — заднее вершинное фокусное расстояние

Линия, соединяющая центральную ямку с рассматриваемым объектом, называется **зрительной линией**. Как правило она не совпадает с оптической осью глаза — линией, проходящей через центры преломляющих поверхностей хрусталика и роговицы.

**Оптическая ось глаза** — это линия, которая проходит через точку фиксации и через центры преломляющих поверхностей хрусталика и роговицы.

**Зрительная ось** — это линия, которая проходит через точку фиксации и центральную ямку.

Как правило у взрослого эметропического глаза оптическая ось и зрительная составляют угол  $5^\circ$ . У детей и гиперметропов этот угол составляет порядка  $5-1^\circ$ , а у миопов он часто меньше  $5^\circ$ .

**Офтальмометрическая ось** — линия, которая проходит через центр кривизны передней поверхности роговицы и точку фиксации.

**Ось взгляда** — линия, которая проходит через центр вращения глаза и точку фиксации.

**Визирная линия** — ось, проходящая через центр зрачка и точку фиксации.

## 2. РЕФРАКЦИЯ И ЕЕ ВИДЫ

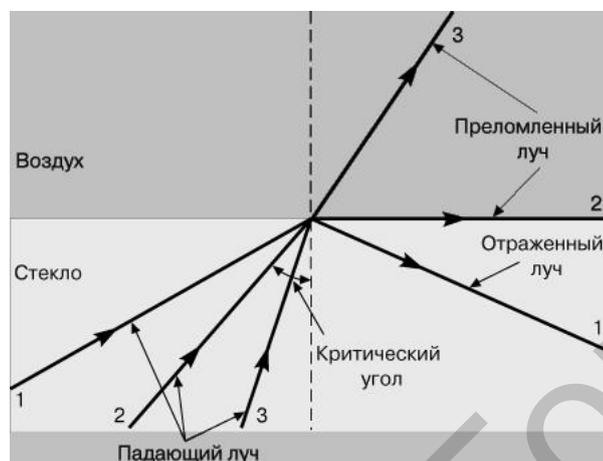
Понятие «**рефракция**» было введено в науку в начале XVIII в. Исааком Ньютоном, который в своем знаменитом трактате «Оптика» впервые дал уравнение, связывающее показатель преломления вещества ( $n$ ) и его плотность ( $\rho$ ):

$$\frac{n^2 - 1}{\rho} = \text{const.}$$



Рисунок 3 — Сэр Исаак Ньютон (1642–1727 гг.) — английский математик, механик, астроном, физик, алхимик и историк, создатель классической механики, член и президент Лондонского королевского общества

При выводе этого уравнения Ньютон рассмотрел наклонное падение луча света на поверхность конденсированной среды. Преломление света, по его воззрениям, обусловлено притяжением потока корпускул плотным веществом, в результате чего скорость их движения увеличивается (рисунок 4).



**Рисунок 4 — Уравнение И. Ньютона, связывающее показатель преломления вещества и его плотность**

**Рефракция глаза** — сила преломления оптической системы глаза, выраженная в диоптриях.

По отношению к глазу различают два вида рефракции — физическую и клиническую (рисунок 5).



**Рисунок 5 — Виды рефракции глаза**

## 2.1. Физическая рефракция

**Физическая рефракция** — преломляющая сила оптической системы глаза (независимо от положения ее главного фокуса по отношению к сетчатке). Она составляет около 60–65 Д: на роговицу приходится 40,0–45,0 Д; 1,0 Д — на влагу передней камеры, на хрусталик (в покое аккомодации) — 18,0–20,0 Д; 1,0 Д — на стекловидное тело. Физическая рефракция глаза у новорожденных составляет в среднем около 80,0 Д (таблица 2).

Таблица 2 — Возрастная динамика некоторых анатомо-оптических показателей

Показатель	Новорожденные	Возраст, годы			
		1	3	5–7	14–15
Рефракция роговицы, Д	48,4	45,9	42,9	42,5	42,5
Диаметр роговицы, мм	10,25	—	11,3	11,5	11,7
Длина передне-задней оси, мм	16,8	19,0	21,0	22,1	23,2

## 2.2. Клиническая рефракция

**Клиническая рефракция** определяется положением заднего главного фокуса оптической системы глаза относительно сетчатки. При соразмерной клинической рефракции, или *эмметропии* (от греч. emmetros- соразмерный, orsis- зрение), этот фокус совпадает с сетчаткой, при несоразмерных видах клинической рефракции, или *аметропиях* (от греч. ametros- несоразмерный) не совпадает. При *близорукости* (*миопия*) лучи фокусируются впереди сетчатки, а при *дальнозоркости* (*гиперметропия*) — позади нее (рисунки 6, 7, 8).

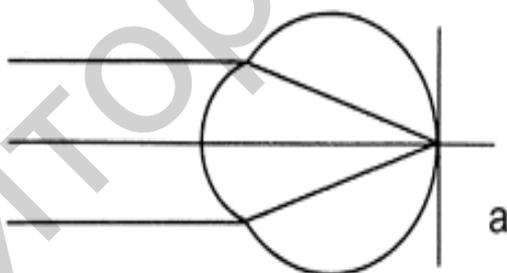


Рисунок 6 — Эмметропия

(задний главный фокус оптической системы глаза совпадает с сетчаткой, это состояние называется соразмерной клинической рефракцией)

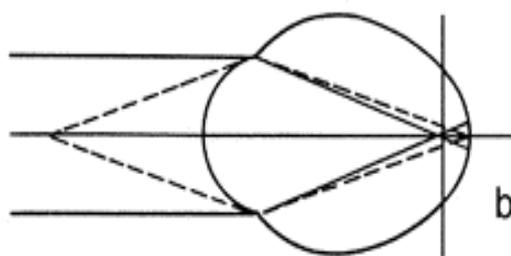


Рисунок 7 — Миопия

(задний главный фокус оптической системы не совпадает с сетчаткой, а располагается перед ней, состояние называется близорукость — сильная клиническая рефракция)

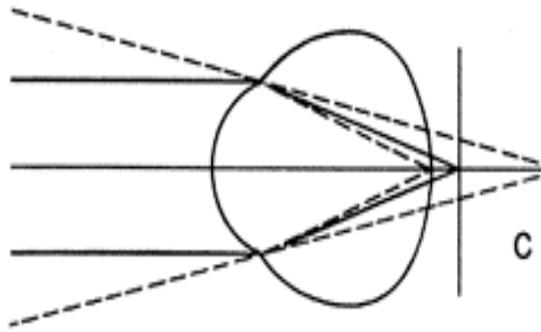


Рисунок 8 — Гиперметропия

(задний главный фокус оптической системы не совпадает с сетчаткой, а располагается за ней, состояние называется дальновзоркость — слабая клиническая рефракция)

Клиническая рефракция зависит в основном от преломляющей силы оптической системы глаза и передне-заднего размера глазного яблока, которые подвержены значительным возрастным изменениям.

### 2.3. Рефракция и рост глазного яблока

Изменения длины передне-задней оси глазного яблока, кривизны роговицы и толщины хрусталика в младенчестве являются физиологическим явлением. Так, длина передне-задней оси при рождении обычно составляет 16–17 мм и достигает длины глазного яблока взрослого лишь к 2-летнему возрасту (таблица 2). Роговица новорожденного имеет значительно большую кривизну, чем у взрослого, что создает трудности подбора контактных линз при афакии. В норме с возрастом происходит увеличение хрусталика. Поэтому неудивительно, что у детей наблюдаются преходящие нарушения рефракции (это физиологическое явление, неотъемлемое от становления рефракции).

Установлено, что у новорожденных глаза, как правило, имеют слабую рефракцию. Более 90 % доношенных новорожденных имеет **гиперметропическую** рефракцию от 1,8 до 3,6 Д, что обусловлено коротким передне-задним размером глазного яблока (17,3 мм). **Таким образом, гиперметропия — это нормальная рефракция растущего глаза.** В первые 3 года происходит интенсивный рост глазного яблока, уплощение роговицы и хрусталика, к 3 годам длина глаза равна 23 мм, что составляет 95 % от возрастной нормы. Рост глазного яблока продолжается до 14–15 лет, к этому возрасту его длина составляет в среднем 24 мм, преломляющая сила роговицы — 43,0 Д, хрусталика — 20,0 Д.

**Миопическая рефракция** у новорожденных достигает порой 10,0–12,0 Д и в ряде случаев вызвана недоношенностью. Это связано с внутриутробным выпячиванием задне-височного отдела склеры (на 3–7 месяце внутриутробного развития) и его исчезновением к моменту рождения. Другой причиной близорукости недоношенных является более выраженная сила преломления роговицы и хрусталика по сравнению с рожденными в срок. **Эмметропия**, обнаруженная у незначительной части новорожденных, чаще всего служит фактором риска в отношении развития близорукости в дальнейшем. По мере развития детей происходит усиление рефрак-

ции: степень гиперметропии уменьшается, слабая гиперметропия переходит в эмметропию и даже в миопию, эмметропические глаза в части случаев становятся близорукими. **Гиперметропия** преобладает у детей (около 93 %) первых 3 лет жизни. Частота эмметропии в этом возрасте составляет около 4 %, а близорукости — около 2 %. Дальнейшее увеличение передне-заднего размера глазного яблока способствует увеличению частоты эмметропии и близорукости, но распространенность гиперметропии сохраняется достаточно высокой до 10 лет. Частота близорукости заметно увеличивается начиная с 11–14 лет (около 10 %). К 19–25 годам доля близорукости достигает около 29 %. Гиперметропия в этом возрасте составляет 31,2 %, а эмметропия — 39,7 %.

Таким образом, статическая рефракция меняется в течение жизни. Выделяют **две фазы гиперметропизации глаза** (ослабления рефракции):

- 1) в раннем детстве (малый размер глаза);
- 2) в период от 30 до 60 лет (исчезает напряжение аккомодации и проявляется скрытая часть гиперметропии);

и **две стадии миопизации** глаза (усиление рефракции):

- 1) от 10 до 30 лет (рост глазного яблока);
- 2) после 60 лет (возрастные изменения в хрусталике).

В зависимости от участия аккомодации различают **статическую и динамическую клиническую рефракцию**:

— **статическая рефракция** характеризует положение главного фокуса по отношению к сетчатке в состоянии максимального расслабления аккомодации. При этом глаз устанавливается к дальнейшей точке ясного зрения (*punctum remotum*, р.г., PR) — максимально удаленной от глаза точке, которая отчетливо видна при полном покое аккомодации;

— **динамическая рефракция** характеризует соотношение преломляющей способности глаза и длины его оптической оси при работе аккомодации. При максимальном напряжении аккомодации глаз устанавливается к ближайшей точке ясного зрения (*punctum proximum*, Р. Р.) — наиболее близко расположенной к глазу четко различимой точке.

**Ближайшую точку ясного зрения** определяют следующим образом: источник света устанавливают сзади от пациента, выше его головы. Конец линейки с нулевым делением слегка упирают в наружный край глазницы на стороне исследуемого глаза. Экран с объектом ставят на расстоянии 2–3 см от глаза и постепенно отодвигают от него. При этом экран должен располагаться во фронтальной плоскости, а линейка — параллельно зрительной оси. Как только обследуемый сможет указать направление разрыва в оптопипе, экран останавливают и по линейке измеряют расстояние от него до глаза, т. е. положение ближайшей точки ясного зрения. Обычно исследование проводят 2–3 раза и вычисляют среднее значение данного показателя. Для того чтобы выразить этот показатель в диоптриях, необходимо 100 разделить на полученное расстояние в сантиметрах. Например, если ближайшая точка находится на расстоянии 8 см от глаза, то динамическая рефракция его в этом положении будет равна 12,5 Д.

Каждый вид клинической рефракции характеризуется определенным положением в пространстве **дальнейшей точки ясного видения**. Это точка, исходящие от которой лучи после преломления собираются на сетчатке. Дальнейшая точка ясного видения **при эмметропии находится как бы в бесконечности**. Для человеческого глаза бесконечность начинается на расстоянии 5 м. При расположении предмета не ближе 5 м на сетчатке глаза с эмметропией собираются параллельные лучи. Дальнейшая точка ясного видения **при гиперметропии отсутствует**, так как нет такого места в пространстве перед глазом, где находящийся предмет мог бы дать четкое изображение на сетчатке. Дальнейшая точка ясного видения **близорукого человека располагается на некотором конечном расстоянии перед глазом**, т.е. ближе бесконечности. Лучи света из этой точки идут расходящимся пучком и после преломления собираются на сетчатке. Чем больше степень близорукости, тем более расходящиеся лучи света будут собираться на сетчатке. Дальнейшую точку ясного зрения можно вычислить, если разделить 1 м на число диоптрий миопического глаза. Например, для миопы в 5,0 Д дальнейшая точка ясного зрения находится на расстоянии:  $1/5,0 = 0,2$  м (или 20 см). В гиперметропическом глазу параллельные оптической оси лучи фокусируются как бы за сетчаткой. Следовательно, на сетчатке должны собраться сходящиеся лучи. Но таких лучей в природе нет. А значит, нет и дальнейшей точки ясного зрения. По аналогии с миопией она принимается условно, якобы располагаясь в отрицательном пространстве. Каждый вид рефракции отличается друг от друга и своим отношением к оптическим линзам. При наличии сильной рефракции — миопии для перемещения фокуса на сетчатку требуется ее ослабление, для этого используются рассеивающие линзы (рисунок 9). Соответственно при гиперметропии требуется усиление рефракции, для этого необходимы собирающие линзы (рисунок 9).

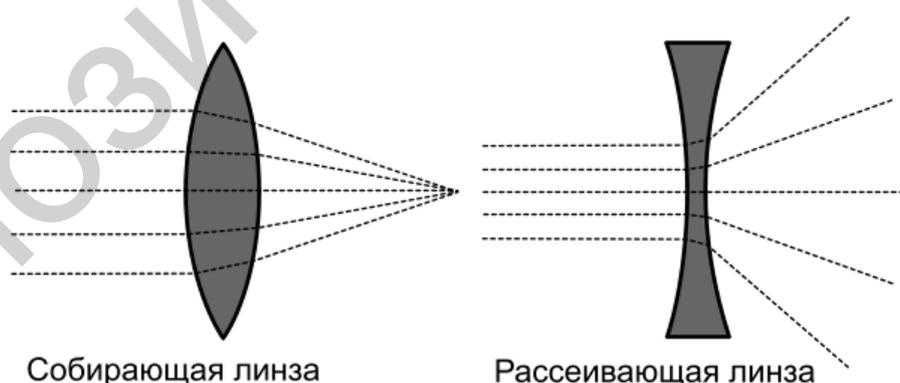


Рисунок 9 — Виды линз, используемых для коррекции аномалий рефракции

В реальных условиях преломляющая способность глаза постоянно меняется, то есть имеет место **динамическая рефракция**. В основе динамической рефракции лежит механизм аккомодации.

### 3. АККОМОДАЦИЯ

**Аккомодация** (лат. *accommodatio* — приспособление) — способность глаза обеспечивать четкое различение предметов, расположенных на разных расстояниях от глаза. Аккомодация — способность глаза изменять свою рефракцию (усиливать — аккомодировать и ослаблять — дезаккомодировать). Смысл аккомодации заключается в том, что независимо от расстояния до рассматриваемого предмета изображение его всегда фокусируется на сетчатку.

Термин «аккомодация» был введен в середине XIX в. До этого времени для объяснения данного явления использовался термин «адаптация» (обозначающий сейчас, как известно, изменение диаметра зрачка в зависимости от условий освещенности).

Иоганн Кеплер (1611 г.) считал, что четкое видение разноудаленных предметов у человека осуществляется за счет движения хрусталика вперед-назад (как у некоторых рыб).

Рене Декарт еще в 1677 г. предположил, что фокусировка на сетчатке изображений предметов, находящихся на разном расстоянии от глаза, происходит в результате изменения формы хрусталика. Позже, в 1855 г., Герман Людвиг Фердинанд фон Гельмгольц установил, что во время аккомодации увеличивается толщина хрусталика. На основании своих наблюдений он предположил, что при аккомодации происходит сокращение цилиарной мышцы, вследствие чего цилиарное тело смещается несколько вперед и к экватору хрусталика, при этом наступает расслабление волокон цинновой связки и уменьшение натяжения ими эластичной капсулы хрусталика, соответственно хрусталик принимает более выпуклую форму.

В работе механизма аккомодации участвуют три следующих элемента: ресничная мышца, ресничная связка и хрусталик (рисунок 9). Активная часть аккомодации — цилиарная мышца; пассивная — цинновы связки и хрусталик.



Рисунок 10 — Элементы механизма аккомодации

### 3.1. Механизм аккомодации

**Механизм аккомодации:** при зрении вдаль цилиарная мышца расслаблена, а цинновы связки, соединяющие отростки цилиарного тела с экватором хрусталика, находятся в натянутом состоянии. Хрусталик уплощается, и его оптическая сила становится минимальной. Для обеспечения оптимальной четкости зрения вблизи происходит сокращение цилиарной мышцы. Это приводит к сужению круга, образованного цилиарным телом, и расслаблению цинновых связок. Благодаря своей эластичности хрусталик принимает более выпуклую форму, а преломляющая способность его увеличивается (рисунки 11, 12).

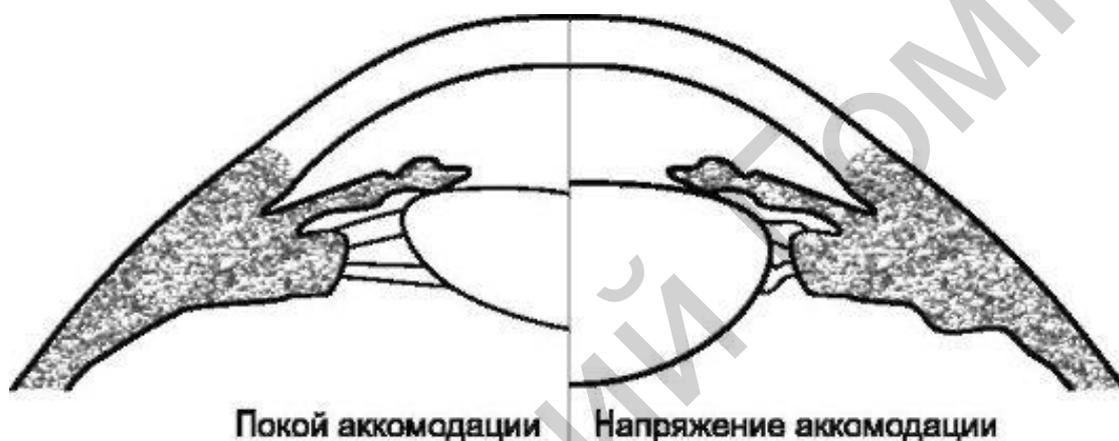


Рисунок 11 — Механизм аккомодации по Гельмгольцу

**Изменения, происходящие в глазу человека при аккомодации (по Гельмгольцу):**

- Сужение зрачка при аккомодации вблизи: зрачок суживается в связи с общей иннервацией ресничной мышцы и сфинктера зрачка от парасимпатической ветви глазодвигательного нерва. Диафрагмирующий эффект суженного зрачка, со своей стороны, увеличивает четкость изображения близких предметов; расширение зрачка — при дезаккомодации.
- Перемещение вперед центра передней поверхности хрусталика и зрачкового края радужки. Хрусталик меняет свою форму неравномерно: передняя его поверхность, особенно центральная противозрачковая часть, изменяется сильнее, чем задняя. Хрусталик опускается книзу за счет провисания на расслабленной связке.
- Поверхности хрусталика более выпуклые при аккомодации и менее выпуклые при дезаккомодации.
- Периферический пояс радужки при аккомодации отодвигается кзади.
- Глубина передней камеры уменьшается вследствие приближения хрусталика к роговице.



**Рисунок 12 — Механизм аккомодации**

Цилиарная мышца имеет парасимпатическую и симпатическую иннервацию: симпатическая (аккомодация вдаль), парасимпатическая (аккомодация вблизи). Стимуляция холинорецепторов парасимпатическими волокнами приводит к сокращению цилиарной мышцы. Симпатические воздействия регулируют трофические процессы и несколько снижают сократимость цилиарной мышцы.

При максимальном расслаблении аккомодации динамическая рефракция совпадает со статической рефракцией, и глаз устанавливается к дальнейшей точке ясного зрения. По мере усиления динамической рефракции точка ясного зрения постепенно приближается к глазу. При максимальном напряжении аккомодации глаз устанавливается к ближайшей точке ясного зрения.

### **3.2. Виды аккомодации:**

**Абсолютная** — аккомодация одного глаза без участия конвергенции.

Определение **резервов абсолютной аккомодации** проводят монокулярно. При полной коррекции аномалии рефракции ставят рассеивающие («-») с шагом 0,5–1,0 Д до тех пор, пока еще различима последняя строка при определении зрения вдаль.

Таблица 3 — Возрастная норма абсолютной аккомодации по А. Дуэйн

Возраст, лет	Объем аккомодации, Д	Возраст, лет	Объем аккомодации, Д
10	12,0–14,0	40	3,0–8,0
16	10,0–14,0	45	2,0–6,0
20	9,0–13,0	50	1,0–3,0
25	8,0–12,0	55	0,75–1,75
30	6,0–10,0	60	0,5–1,5

**Относительная аккомодация** — аккомодация обоих глаз с участием конвергенции.

Практически зрение осуществляется двумя глазами, и **аккомодация** обязательно связана с **конвергенцией** (сведение зрительных осей обоих глаз на рассматриваемом предмете). Степень (угол) сведения зрительных осей обоих глаз соответствует степени напряжения аккомодации, и, наоборот, конвергенция под определенным углом и на определенное расстояние требует соответственного напряжения аккомодации. Аккомодация, связанная с конвергенцией, называется **относительной аккомодацией**, потому что конвергенция ограничивает аккомодацию, уменьшает ее напряжение.

Ассоциативная связь аккомодации с конвергенцией возникает как условный рефлекс и осуществляется благодаря соседству центров иннервации (ядра глазодвигательного нерва). Величина объема относительной аккомодации отражает положение бинокулярной ближайшей точки ясного зрения. Положение дальнейшей точки определяет арифметическая разность величины затраченной аккомодации и силы максимальных плюсовых линз, с которыми еще возможно чтение. Как правило, эта величина равна нулю, при проведении измерений в условиях полной коррекции для дали дальнейшая точка ясного зрения лежит в бесконечности.

Относительная аккомодация характеризует изменение напряжения аккомодации при совместной работе обоих глаз при расположении объекта на определенном расстоянии от глаз. Исследование относительной аккомодации возможно только при наличии бинокулярного зрения.

**Объем относительной аккомодации** состоит из отрицательной и положительной (запас, или резерв, аккомодации) частей.

*Положительная часть (запас) аккомодации*

Особое значение придают положительной части относительной аккомодации — силе максимальных отрицательных линз. Ее называют запасом относительной аккомодации (positive relative accommodation) и обозначают как ЗОА. Это резервная (неизрасходованная) часть аккомодации, которая может быть потенциально использована. Запас (положительная часть) относительной аккомодации определяют следующим образом. Пациенту в очках, полностью корригирующих аметропию, предлагают с расстояния 33 см читать текст № 4, который соответствует остроте зрения 0,7 таблицы для близи. Если он может читать этот текст, то начинают приставлять одновременно к обоим глазам отрицательные сферические линзы, ступенчато увеличивая их силу на 0,5 Д. Сильнейшая отрицательная линза, с которой еще возможно чтение, позволяет определить величину запаса относительной аккомодации. Для проведения исследования целесообразно использовать прибор, предназначенный для определения остроты зрения на близком расстоянии ПОЗБ-1.

*Отрицательная часть (расход) аккомодации*

Аналогичным образом определяют и отрицательную часть относительной аккомодации, только в оправу одновременно для обоих глаз помещают не отрицательные, а положительные линзы, начиная с 0,5 Д и ступенчато увеличивая их на 0,5 Д. Максимальная положительная линза, с которой обследуемый еще может читать, позволит определить величину отрицательной (израсходованной) части относительной аккомодации. В норме она составляет 2,5–3,0 Д.

<b>ОБЪЕМ</b>	<b>=</b>	<b>ОБЪЕМ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ</b>
<b>ОТНОСИТЕЛЬНОЙ АККОМОДАЦИИ</b>		<b>+</b>
		<b>ОБЪЕМ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ</b>

Арифметическая сумма положительной и отрицательной частей относительной аккомодации составляет **объем относительной аккомодации**. Эта же величина соответствует положению бинокулярной ближайшей точки ясного зрения. Так, если величина отрицательной (затраченной) части относительной аккомодации равна 3,0 Д, а величина положительной части (запас) относительной аккомодации — 4,0 Д, то объем относительной аккомодации составит 7,0 Д (таблица 4).

Таблица 4 — Примерные возрастные нормы запаса относительной аккомодации

Возраст, лет	Запас относительной аккомодации, Д
7–9	3
10–12	4
13–20	5
21–25	4
26–30	3
31–35	2
36–40	1
41–45	0

Для того, чтобы работа на близком расстоянии не утомляла и была возможной, необходимо, чтобы положительная часть относительной аккомодации была больше, чем отрицательная. В противном случае наступает утомление цилиарной мышцы, что проявляется неприятным чувством усталости в глазах и ухудшением зрительной функции.

**Область (длина) аккомодации** — расстояние между дальнейшей и ближайшей точками ясного зрения, в пределах которого глаз может отчетливо видеть все объекты. Она зависит от вида клинической рефракции. Так при эмметропии и гиперметропии она достаточно широка, так как простирается от ближайшей точки ясного зрения до бесконечности. Эмметроп смотрит вдаль без напряжения аккомодации. Гиперметропу для рассматривания удаленных предметов необходимо увеличить преломляющую

способность глаза на величину, равную степени гиперметропии. При миопии область аккомодации включает небольшой участок перед глазом. Чем выше степень миопии, тем уже область аккомодации.

**Объем (ширина, сила) аккомодации** — разница в преломляющей силе при переводе взгляда от дальнейшей к ближайшей точке ясного зрения.

### Формула Дондерса: $A = 1/p - 1/r$

$p$  — рефракция в ближайшей  
 $r$  — в дальнейшей точке ясного зрения

**Объем аккомодации** — разница между оптической силой глаза, установленного к ближайшей и к дальнейшей точке ясного зрения. Объем аккомодации зависит не от вида клинической рефракции, а от сократительной способности цилиарной мышцы и эластичности хрусталика, т. е. прирост преломляющей силы хрусталика в процессе аккомодации от состояния покоя до максимального напряжения. Объем аккомодации не должен быть меньше минимального значения нормы, которая для возраста 6–7 лет составляет 7,0 Д; 8–10 лет — 8,0 Д; 11–20 лет — 10,0 Д; 21–25 лет — 8,0 Д; 26–30 лет — 6,0 Д; 31–35 лет — 4,0 Д (рисунок 13).

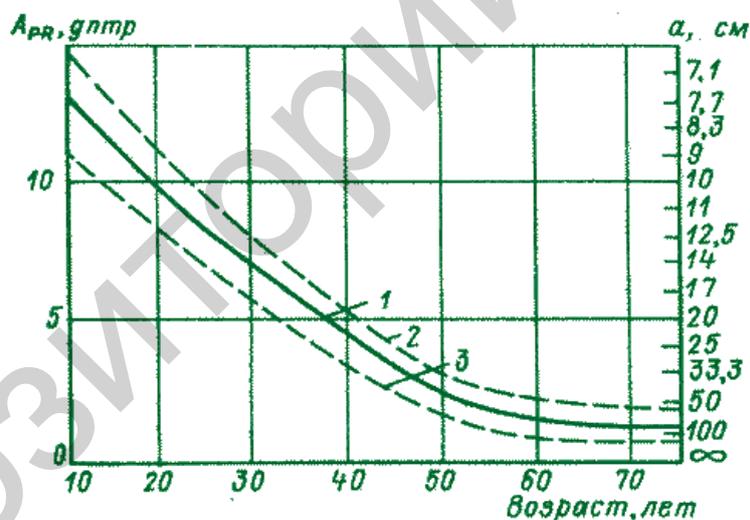


Рисунок 12 — Возрастные изменения аккомодации: 1 — среднее значение объема аккомодации; 2, 3 — диапазон изменений объема аккомодаций

#### Стимул для включения аккомодации:

- Конвергенция.
- Нечеткое изображение предметов на сетчатке.
- Оптические аберрации.

#### Искусственно аккомодацию можно вызвать:

- При назначении миотиков.
- При приставлении к глазу отрицательной линзы.

- Аккомодация измеряется в диоптриях.
- Аккомодация =  $1/d$ , где  $d$  – расстояние до объекта, м.
- Наивысшее напряжение аккомодации характеризуется положением ближайшей точки ясного зрения — *punctum proximum* (самое короткое расстояние, на котором глаз еще может видеть предмет).
  - Пространство между дальнейшей (*punctum remotum*) и ближайшей точками ясного зрения, в пределах которого возможно ясное зрение, называется областью аккомодации.
  - Прирост рефракции, требуемый для перевода установки глаза с дальнейшей точки ясного зрения на ближайшую, называется объемом аккомодации.

### 7.3. Дезаккомодация

**Искусственно дезаккомодацию можно вызвать:**

- Препаратами адреналинового ряда.
- При приставлении к глазу положительной линзы.

Атропин приводит к параличу аккомодации.

**Дивергентная дезаккомодация** — это ослабление аккомодации, вызванное искусственно созданной дивергенцией глаз (приставление призматических линз основанием к носу) (рисунок 14).

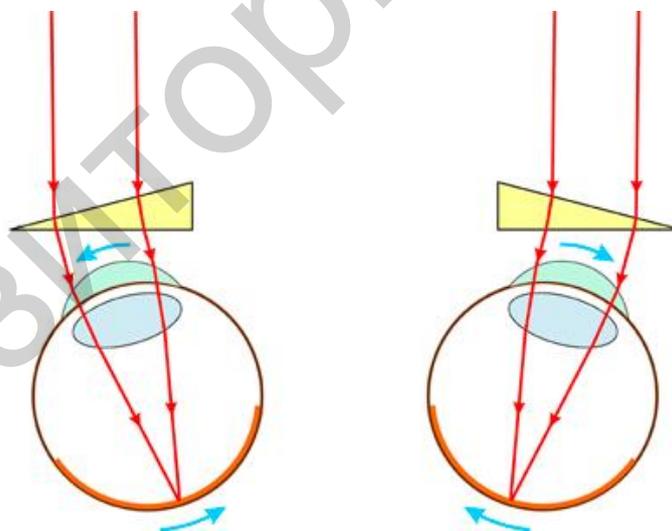


Рисунок 14 — Дивергентная дезаккомодация

- При истинной эмметропии призмы основанием к носу на остроту зрения не влияют.
- При ложной эмметропии призмы основанием к носу снижают остроту зрения.
- При ложной миопии призмы основанием к носу могут повысить зрение.

## 4. КОНВЕРГЕНЦИЯ

**Конвергенция** (от лат. *con* — вместе и *vergo* — склоняю) — это сведение осей глаза при приближении рассматриваемого предмета (рисунок 15).

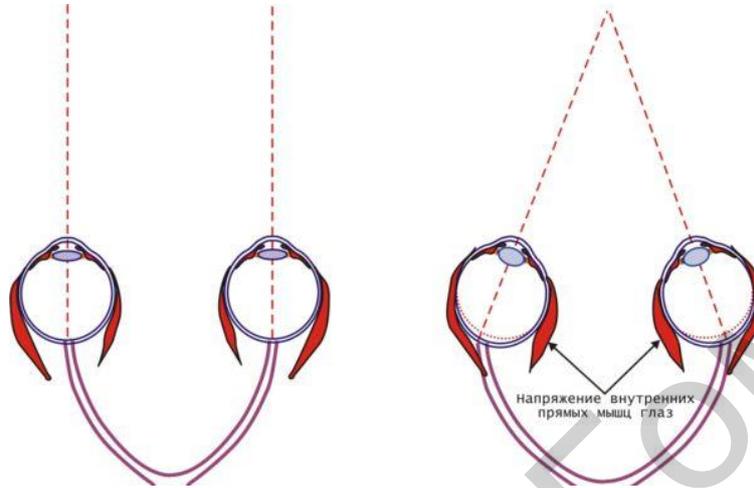


Рисунок 15 — Схема конвергенции

**Конвергенция** — уменьшение угла между зрительными линиями при переводе взгляда с удаленного на близлежащий объект.

Конвергенция функционально тесно связана с аккомодацией, а их соотношение зависит от вида рефракции: при эметропии аккомодация точно соответствует конвергенции, при гиперметропии аккомодация усилена, а при миопии — ослаблена или отсутствует.

✓ Дальнейшая точка конвергенции расположена в бесконечности, конвергенция при этом равна 0.

✓ Ближайшая точка конвергенции — та, к которой направлены зрительные линии при максимальном напряжении конвергенции и аккомодации. В норме менее 10 см.

✓ Длина (область) конвергенции — расстояние между дальнейшими и ближайшими точками конвергенции.

Конвергенция измеряется в метроуглах 1 метроугол — угол, образованный зрительной линией и перпендикуляром, опущенным на базальную линию из точки конвергенции на расстояние 1 м.

- При эметропии чтение на расстоянии 33 см соответствует 3 метроуглам конвергенции и 3 Д аккомодации.

- При миопии в 3 Д чтение на расстоянии 33 см соответствует 3 метроуглам конвергенции и при этом глаз не аккомодирует. Миопы больше конвергируют, чем аккомодируют.

- При гиперметропии в 3 Д чтение на расстоянии 33 см соответствует 3 метроуглам конвергенции и 6 Д аккомодации. Гиперметропы больше аккомодируют, чем конвергируют.

## 5. АНОМАЛИИ РЕФРАКЦИИ

В зависимости от соответствия главного фокуса длине оптической оси глаза выделяют **эмметропическую и аметропическую рефракцию**.

Если фокус оптической системы глаза совпадает с сетчаткой, то такая клиническая рефракция называется соразмерной (эмметропия).

Различные нарушения преломления световых лучей в оптической системе глаза, приводящие к расфокусировке изображения на сетчатке, называются **аномалиями рефракции** (аметропиями). К ним относятся миопия, гиперметропия и астигматизм (рисунок 16).

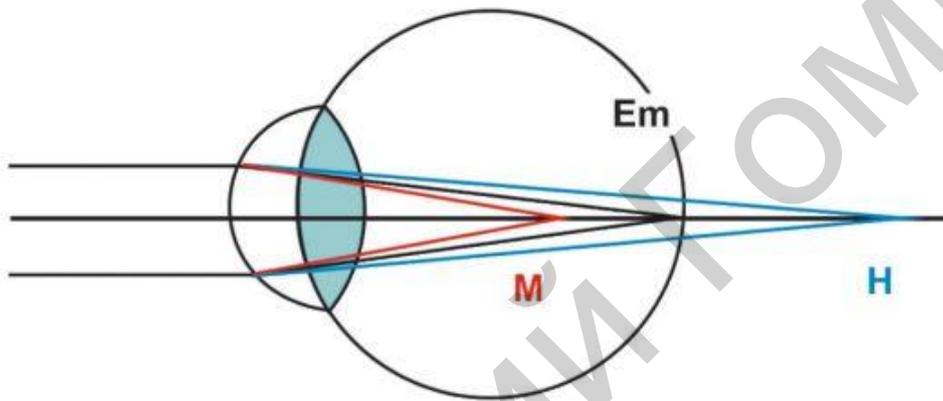


Рисунок 16 — Виды клинической рефракции глаза: Em — эмметропическая рефракция; M — миопическая рефракция; H — гиперметропическая рефракция

**Эмметропия** (греч. emmetros- соразмерный, opsis- зрение) характеризуется соответствием преломляющей силы глаза длине его оптической оси. При данном виде клинической рефракции главный фокус находится на сетчатке, где собираются параллельные лучи (рисунок 17). Так как параллельные лучи идут от бесконечно удаленных предметов, то дальнейшая точка ясного зрения при эмметропии расположена в бесконечности. Острота зрения такого глаза — 1,0 и выше. Эмметропы хорошо видят как вдали, так и вблизи.

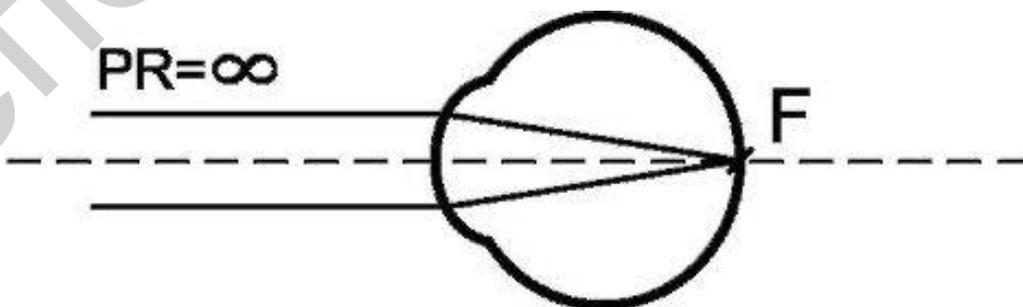
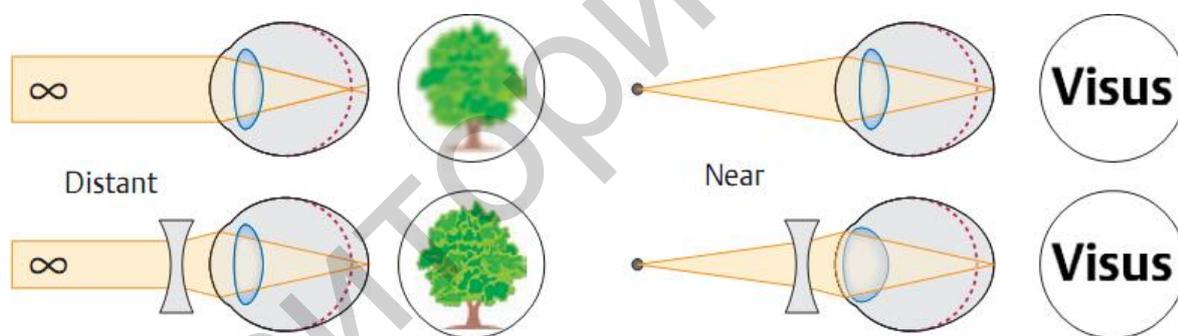


Рисунок 17 — Преломление лучей в глазу с эмметропической рефракцией: PR — дальнейшая точка ясного зрения; F — главный фокус глаза

## 6. МИОПИЯ

**Миопия (близорукость)** — заболевание сложного мультифакторного генеза, представляющее собой совокупность клинико-патогенетических форм, объединенных общим рефракционным фактором, и имеющее качественно значимые различия в механизмах патогенеза и клинической картины. Миопия — это вид клинической рефракции, при которой главный фокус расположен перед сетчаткой в стекловидном теле. На сетчатке возникает круг светорассеяния (поток расходящихся лучей) и нечеткое расплывчатое изображение предмета (рисунок 18). У близорукого глаза дальнейшая точка ясного видения приближается из бесконечности на довольно близкое конечное расстояние. Острота зрения всегда ниже 1,0; они плохо видят вдаль и хорошо — вблизи. В буквальном переводе с греческого слово «мио» означает щурить, смыкать, а «опс» — зрение. Таким образом, миопия дословно — «зрение прищуренных» и обусловлена тем, что некоторые люди желая лучше рассмотреть отдаленные предметы, прищуривают глаза, т. е. смотрят через узкую щель между краями век. Другой перевод данного термина означает «мышь», чем отмечается привычка близоруких держать голову несколько согнутой при работе и дающей сходство с фигурой мыши.



**Рисунок 18 — Преломление лучей в глазу с миопической рефракцией на далеком и близком расстоянии**

Близорукость — один из частых видов аметропий, изучение которых начинается с трудов знаменитого астронома И. Кеплера, давшего правильное представление об аметропиях еще в начале XVII в. и в дальнейшем со-здавшем учение о диоптрике глаза. Впервые определил виды клинической рефракции голландский офтальмолог Франциск Корнелис Дондерс, кото-рый и положил начало развитию учения об эмметропии и ее отклонениях. Близорукость всегда существовала в человечестве. Однако мы не знаем, как понимали ее в древние времена и выделяли ли ее отдельно от других аметропий. Близорукость, надо полагать, существовала у людей всех эпох человеческой истории, включая и первобытного человека. Это вытекает

уже хотя бы из того, что миопия встречается не только у человека, но и у самых различных представителей животного мира: обезьян, лошадей, свиней, собак, кошек, кроликов и т. д. Грефф (Greef, 1921) полагает, что те тончайшие произведения древнего искусства, которые, как утверждают специалисты, не могли быть сделаны без помощи увеличительных стекол (их в то время не было), были изготовлены близорукими мастерами имеющими возможность рассматривать изготавливаемый предмет у самого глаза, а следовательно, видеть его при большем увеличении.

Впервые, в IV в. до нашей эры, в произведениях Аристотеля встречается термин «*туоріа*». Он обратил внимание на то, что некоторые люди с трудом различают предметы на расстоянии, при этом они прищуриваются, чтоб лучше видеть. Он назвал этот эффект «*туорс*», что означает «щуриться».

Близорукость является широко распространенным заболеванием (до 45 % детского и 25 % взрослого населения). Говоря о процентном соотношении близоруких людей, в Европейском регионе к совершеннолетнему возрасту 50 % людей имеют нарушения рефракции глаза (близорукость, дальнозоркость, астигматизм). А в странах Азии, особенно Юго-Восточной, этот показатель достигает 90 %. Жители Сингапура, Малайзии, Кореи, Японии, Китая – практически все используют очки либо контактные линзы, потому что имеют близорукость. В Беларуси к совершеннолетию не менее 40 % людей страдают от миопии, гиперметропии, астигматизма — и этот уровень растет ежегодно (И. Г. Заборовский 2014 г.). В 2000 г. число близоруких людей составило 1,4 миллиарда, в том числе 163 миллиона имели тяжелую форму. По прогнозам экспертов, через 34 года количество страдающих миопией значительно возрастет. Австралийские ученые совместно со своими сингапурскими коллегами спрогнозировали, что к 2050 г. большая часть населения будет страдать от тяжелой формы близорукости.

Научно-технический прогресс, появление компьютеров и Интернета стали основной причиной для беспокойства. Наибольший риск развития близорукости представляет возраст 8–20 лет (С. Н. Басинский, Е. А. Егоров, 2009 г.). Распространенность близорукости среди школьников — 25–30 %. У девочек — 3–32 %, у мальчиков — 22–26 %. Миопия среди детей дошкольного возраста составляет 5 %. К окончанию школы миопия развивается у 20–30 % школьников, а у 5 % — она прогрессирует и может привести к слабовидению и слепоте. Уровень прогрессирования может составлять от 0,5 Д до 1,5 Д за год (С. Н. Басинский, Е. А. Егоров). Осложненное течение миопии дает высокий процент инвалидности: 1–2 место в структуре причин инвалидности. Осложненная миопия развивается у лиц трудоспособного возраста. Прогрессирующая близорукость может привести к серьезным необратимым изменениям в глазу и значительной потере зрения.

## 6.1. Этиология и патогенез

Несмотря на глубокие и многоплановые исследования в области изучения механизмов развития миопии, не существует единой общепризнанной теории патогенеза прогрессирующей близорукости. Свои творческие усилия этой проблеме посвятили выдающиеся отечественные и зарубежные ученые офтальмологи. Особую роль в развитии взглядов на происхождение миопии сыграли труды Г. Гельмгольца (1855 г.), Ф. К. Дондеса (1899 г.), А. Гульстранда (1911 г.), их работы заложили основу аккомодационным теориям происхождения близорукости. На важное значение аккомодации в происхождении миопии указывают многие исследователи. По мнению Т. Sato, постоянное физиологическое сокращение цилиарной мышцы, являясь проявлением адаптационной функции, необходимо для приспособления к работе на близком расстоянии. Это ведет к стабильному усилению преломляющей, силы хрусталика, за счет чего формируется миопическая рефракция. Автор трактует миопию, как морфологическое следствие спазматического состояния аккомодации. В последние годы наиболее популярной за рубежом теорией возникновения приобретенной миопии является теория **«дефокуса ретинального изображения»**.

Авторы выдвигают гипотезу о том, что пигментный эпителий сетчатки, располагающийся между сетчаткой и тканями, образующими стенку глаза, передает склере и сосудистой оболочке модулирующие рост глаза сигналы, генерируемые сетчаткой, что и определяет рост глаза. Ряд клинических наблюдений подтверждают тормозящее влияние постоянной расфокусировки изображения положительными линзами на рост глаза и рефрактогенез.

### **Причинами формирования миопической рефракции являются:**

- 1) наследственный фактор;
- 2) аккомодационный фактор;
- 3) гидростатический фактор;
- 4) конвергентный фактор;
- 5) гормональный фактор;
- 6) гемодинамический фактор;
- 7) трофический фактор.

Наибольшую доказательную базу с точки зрения проведенных исследований имеет теория происхождения миопии **Эдуарда Сергеевича Аветисова**, в которой автор выделил **три основных фактора формирования миопической рефракции:**

1. Зрительная работа на близком расстоянии — ослабленная аккомодация.
2. Наследственная обусловленность.
3. Ослабленная склера — внутриглазное давление.

## 6.2. Генетические факторы в развитии миопии

Петрус Йоханнес Ваарденбург в своем руководстве выделил три разновидности близорукости (1963 г.):

1. Миопия слабой и средней степеней (до 6,0 Д) — наследуется по аутосомно-доминантному типу.

2. Миопия высокой степени передается по аутосомно-рецессивному типу, реже по аутосомно-доминантному типу.

3. Врожденная миопия может быть как наследственно обусловленной (по рецессивному типу), так и связанной с недоношенностью детей.

При доминантном типе наследования близорукость возникает в более позднем возрасте, протекает более благоприятно.

Ученым из университета Дьюка, штат Северная Каролина, удалось обнаружить ген, отвечающий за развитие миопии. Добровольцам, в количестве 13414 человек из различных регионов мира, в том числе Великобритании, Нидерландов и Австралии, ученые провели анализ генома. Согласно их данным, развитие близорукости тесно связано с участком ДНК, влияющим на работу гена RASGRF1. Этот ген, функционирующий в нейронах и сетчатке глаза, отвечает за восприятие изображения и формирование зрительной памяти. Для подтверждения полученных данных исследователи создали генно-инженерных мышей, лишенных RASGRF1, и обнаружили у них отклонения в строении хрусталика глаза. Параллельно с этим было проведено еще одно исследование, в ходе которого ученым удалось обнаружить еще один ген — CTNDD2, связанный с развитием близорукости у представителей восточной расы. По словам руководителя обоих исследований Терри Янга, данное открытие позволит разработать генную терапию близорукости.

Близорукость возникает либо потому, что преломляющая сила роговицы и хрусталика слишком велика для длины глаза (**рефракционная миопия**), либо длина глаза чересчур велика для имеющейся преломляющей силы (**осевая миопия**). Также выделяют **смешанные** и **комбинационные формы миопии**, при которых имеют место определенные соотношения между длиной оси и физической рефракцией глаза (Е. Ж. Трон, 1929 г., 1930 г., 1947 г.; М. И. Авербах 1900 г.; А. И. Дашевский 1956 г.). По данным авторов, частота осевой, рефракционной, смешанной и комбинационной аметропии составила 30, 3,4, 5,6 и 61 % соответственно (рисунок 19).

Различают физиологическую близорукость, патологическую близорукость (миопическая болезнь) и лентикулярную близорукость.

**Выделяют 3 степени миопического процесса:**

- слабая (до 3 Д);
- средняя (3-6 Д);
- сильная (>6 Д).

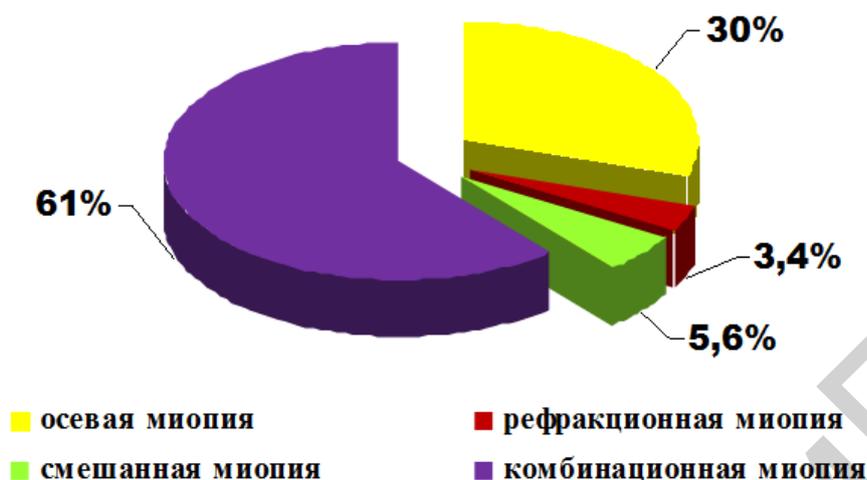


Рисунок 19 — Распределение миопии по форме в зависимости от преимущественного влияния на рефракцию

**Физиологическая** близорукость бывает рефракционной или осевой (аксиальной). **Миопическая болезнь** бывает аксиальной, а **лентикулярная** — рефракционной.

Наиболее распространена **физиологическая близорукость**, возникающая из-за неадекватной корреляции преломляющей силы роговицы и хрусталика с длиной глазного яблока. Такая близорукость обычно возникает в период усиленного роста (5–10 лет), иногда и позднее, вплоть до 25 лет. Она постепенно увеличивается, пока глаз не вырастет окончательно (приблизительно до 18 лет), и никогда не приводит к инвалидности.

**Лентикулярная** близорукость связана с увеличенной преломляющей способностью хрусталика. Такая форма близорукости наблюдается при сахарном диабете и хрусталиковом ядерном склерозе. Прием некоторых препаратов (гидралазин, хлорталидон, фенотиазин) также может привести к усилению преломляющей способности хрусталика.

При **миопической болезни** осевая длина глаза оказывается слишком большой, главным образом вследствие чрезмерно быстрого роста и растяжения задних двух третей глазного яблока. Миопическая болезнь — это форма близорукости, при которой аметропия является лишь одним из симптомов заболевания, а на первый план выступают дистрофические изменения сред, внутренних оболочек и переднего отрезка глаза. Обычно патологическая близорукость начинается как физиологическая, но не стабилизируется в дальнейшем, поскольку глаз продолжает расти.

«Каждая прогрессирующая близорукость заставляет опасаться за будущее больного» — фраза сказанная 133 года назад голландским офтальмологом Франциском Корнелисом Дондерсом актуальна и в настоящее время.

Близорукий глаз имеет некоторые особенности строения, позволяющие определить данный вид рефракции. Это увеличенный размер глазного яблока спереди назад, большая глубина передней камеры, более широкий зрачок. При близорукости глазная щель более широкая в результате увеличения размеров глазного яблока. Деформация переднего сегмента проявляется уменьшением радиуса кривизны роговицы в вертикальном меридиане, формируя или усиливая прямой астигматизм, и становится еще одним механизмом усиления рефракции, помимо роста передне-задней оси глазного яблока. **Прогрессирование близорукости** сопровождается деформацией как переднего, так и заднего сегментов глазного яблока. Деформация заднего сегмента часто обуславливает форму глазного яблока в виде вытянутого эллипсоида.

Пациенты с близорукостью меньше нуждаются в аккомодации при работе на близком расстоянии, чем лица с эметропией. Близорукому глазу приходится аккомодировать при расположении предмета ближе расположения дальнейшей точки ясного видения. Начиная с 3,0 Д близорукий глаз практически не аккомодирует, так как работа вблизи выполняется в зоне расположения дальнейшей точки ясного видения.

**Патогенетическую основу** прогрессирующей миопии составляет изменение биомеханических свойств склеры, обусловленное ее структурными и трофическими нарушениями. Как известно, склеральная оболочка глаза относится к фиброзным образованиям, т. е. представляет собой разновидность соединительной ткани организма. Склера состоит из клеточных и волокнистых элементов, погруженных в основное вещество, образуемое гликозаминогликанами, протеинами и протеинполисахаридными комплексами — протеогликанами и гликопротеинами. Основной волокнистый элемент склеры — коллаген. Главная, опорная, функция склеры определяется ее биомеханическими свойствами, основные из которых — механическое напряжение, прочность и упругость. Их качественные и количественные характеристики обуславливаются, во-первых, концентрацией коллагена, плотностью упаковки коллагеновых волокон и их архитектурной, во-вторых, составом и пространственной структурой протеогликановых комплексов, а также способом их взаимосвязи с волокнами, в-третьих, наличием в этих биополимерах стабилизирующих внутри- и межмолекулярных связей.

Склера неоднородна и обладает выраженной анизотропностью: различные и по-разному ориентированные ее участки неодинаково реагируют на нагрузку. В частности, неодинаковы деформационные свойства склеры экваториальной и макулярной зон. Несмотря на то, что склера макулярной области глаза имеет максимальную толщину, она более растяжима, чем склера экваториального пояса. При равномерном распределении приложенных сил нормальная склера менее устойчива в сагиттальном направлении, чем в экваториальном. В этом можно видеть проявление биологической

целесообразности, поскольку регуляция рефрактогенеза в основном осуществляется за счет влияния на анатомический компонент рефракции — длину передне-задней оси глаза. При патологии же это целесообразное свойство превращается в свою противоположность и создает благоприятные условия для прогрессирования миопии.

При сравнительном изучении биомеханических свойств склеры эметропических и миопических глаз установлено, что толщина склеры (у экватора и заднего полюса) и толщина роговицы в глазах с эметропией и миопией слабой степени примерно одинаковы, причем у заднего полюса глаза склера значительно толще, чем у экватора. В глазах с высокой миопией отмечено заметное истончение склеры, особенно в заднем отделе, и истончение роговицы.

Наиболее вероятным механизмом необратимого растяжения глазного яблока при прогрессирующей миопии следует считать накопление остаточных микродеформаций склеры вследствие периодических избыточных нагрузок на нее. К ним относятся колебания офтальмотонуса (суточные, ортоклиностатические, пульсовые, дыхательные, мышечные) и особенно повышение внутриглазного давления при наклоне туловища вперед и инерционных перегрузках, возникающих во время занятий спортом и в процессе трудовой деятельности.

Способность к накоплению микродеформаций — это биомеханическое свойство склеры, не характерное для здоровых глаз и связанное с ее трофическими и структурными изменениями. А. П. Нестеров в механизме прогрессирования миопии придает значение следующим факторам:

- увеличению радиуса кривизны заднего отдела склеры;
- истончению оболочек глазного яблока, особенно в заднем отделе;
- тенденции к повышению внутриглазного давления;
- изменению шаровидной формы глазного яблока на вытянутую.

### **Значение нарушений гемодинамики в развитии миопии и ее прогрессировании**

Существенные нарушения гемодинамики глаза при миопии можно считать установленным фактом. Эти нарушения проявляются в уменьшении пульсового и минутного объема крови, циркулирующей в интраокулярных сосудах, снижении реографического коэффициента, отражающего изменения объемной скорости крови в увеальном тракте, уменьшении давления крови в центральной артерии сетчатки, замедлении кровотока в глазу и морфологических изменениях в сосудах хориоидеи и сетчатки при высоких степенях миопии. Принципиально важно, что гемодинамические нарушения в глазу при миопии отмечаются уже на начальном этапе ее развития. Ухудшение гемодинамики глаза — одна из основных причин снижения работоспособности цилиарной мышцы, которая может обусловить возникновение миопии, связанной со зрительной работой на близком рас-

стоянии. Помимо аккомодационного аппарата, можно выделить еще два патогенетических звена: склера и внутренние оболочки глаза, играющих важную роль в прогрессировании миопии и возникновении ее осложнений, на которые существенное влияние оказывает дефицит регионарного кровообращения. Как уже отмечалось, в основе биомеханических нарушений склеры, ведущих к уменьшению ее прочности, лежат структурные и биохимические изменения наружной оболочки глаза. Одним из факторов, способствующих нарушению метаболизма в склере, несомненно, является снижение ее кровоснабжения.

### **Значение аутоиммунных факторов в прогрессировании миопии и развитии осложнений**

У больных близорукостью имеются нарушения в иммунном статусе. Отмечено снижение общего количества лимфоцитов и ослабление Т-клеточного звена иммунитета, дисбаланс иммунорегуляторных механизмов как в сторону активации иммунной системы, так и в сторону развития иммунодефицитного состояния, сенсбилизация лимфоцитов к компонентам увеоретинального тракта и накопление гемагглютинирующих антител к тканеспецифическому S-антигену сетчатки у взрослых больных с миопией.

**Установлено, что нарушения в состоянии местного и системного, клеточного и гуморального иммунного ответа, индуцированного S-антигеном сетчатки, ассоциируются с развитием периферических витреохориоретинальных дистрофий и имеют значение в процессе прогрессирования близорукости.** Появление и конверсия антител к коллагенам в сыворотке крови являются индикатором патологических процессов, происходящих при формировании периферических витреохориоретинальных дистрофий и быстром прогрессировании близорукости. Выявленный синергизм в развитии системного гуморального ответа к S-антигенам и коллагенам подтверждает взаимосвязь структурных изменений склеры и сетчатки в ходе прогрессирования миопии.

## **7.3. Клиника прогрессирующей близорукости**

### ***Жалобы***

Чаще всего ребенок замечает, что стал хуже видеть с доски. Родители обращают внимание, что ребенок низко наклоняется над столом во время выполнения домашнего задания, щурится при взгляде вдаль. Иногда их приводит к офтальмологу то, что у ребенка стали необыкновенно широкие зрачки. Если школьник уже пользуется очками, на прогрессирующий характер миопии укажет ухудшение зрения в очках, которые становятся «малы».

Иногда больные жалуются на кратковременное потемнение в глазах, быстро возникающее чувство усталости, боли в глазах во время занятий и тяжести в веках к концу рабочего дня, двоение букв и слов, расплывание написанного текста. Реже их беспокоят фотопсии в виде молний, световых

объектов, вспышек, мерцающих звезд, пульсирующих пятен и т. д. Как правило, эти жалобы бывают у пациентов с шейным остеохондрозом и церебральными сосудистыми симптомами. Жалобы на ухудшение фокусировки зрения и быстро наступающую слабость в глазах во время работы на близком расстоянии обусловлены нарушением аккомодационной функции глаз.

Собирая анамнез, необходимо обратить внимание на другие проявления церебральных сосудистых изменений. Большинство детей отмечают совпадение сроков появления головных болей с ухудшением зрения или учащение и усиление цефалгий во время прогрессирования миопии. У некоторых детей бывают головокружение, вестибулярные нарушения. Ухудшение зрения и прогрессирование миопии на этом фоне обусловлены снижением аккомодационной функции глаз во время нарастания неполноценности мозговой гемодинамики.

#### ***Определение рефракции и остроты зрения***

Острота зрения при близорукости не всегда соответствует ее степени. У 55 % близоруких имеется анизометропия. Иногда один глаз сначала опережает другой по степени близорукости, а затем рефракция выравнивается.

#### ***Аккомодационная функция глаз***

Состоянию аккомодационной функции глаз у близоруких людей придается особое значение, так как именно слабость аккомодации в условиях интенсивной зрительной нагрузки является первым звеном в трехфакторной теории патогенеза развития миопии по Э. С. Аветисову. Среди всех показателей функции цилиарной мышцы наибольшее значение имеет положительная часть или запас относительной аккомодации. Именно **снижение величины запаса относительной аккомодации является ближайшим критерием угрожающего прогрессирования близорукости**. Для прогрессирующей близорукости характерно снижение запаса относительной аккомодации по сравнению с возрастной нормой. У больных с близорукостью страдает как аккомодация для дали (поэтому они начинают плохо видеть вдаль), так и для близи. Однако именно нарушение сократительной функции цилиарной мышцы приводит к необходимости включать порочный механизм фокусировки близко расположенных предметов с помощью приближения их к глазам и удлинения ПЗО глаза. Если восстановить аккомодационную функцию глаз до появления его аксиальной деформации (а на глазном дне при этом вокруг диска зрительного нерва образуется миопический склеральный серп с височной стороны), то острота зрения тоже полностью восстановится. Такая близорукость называется функциональной, или «ложной», миопией. При функциональной близорукости ближайшая точка ясного зрения удаляется из-за уменьшения сократительной возможности цилиарной мышцы, а при органической миопии из-за удлинения ПЗО глаза она приближается к глазу. Дальнейшая точка ясного зрения приближается в обоих случаях. Поэтому при функциональной миопии объем абсолютной аккомодации меньше, чем при органической.

### ***Биомикроскопия близоруких глаз***

Передний отрезок обычно не изменен, хотя обращают на себя внимание размеры зрачков, обусловленные гипофункцией сфинктера. Деформация глазного яблока сопровождается растяжением меридианальных мышечных волокон цилиарного тела, они подтягивают корень радужки в сторону заднего полюса. В результате радужка смещается к цилиарному телу и возникает мидриаз зрачка.

Кроме того, на размер зрачка влияет расфокусированное изображение предметов на сетчатке. В результате этого с сетчатки в глаздвигательные нейроны, в том числе нейроны ядер Якубовича — Эдингера — Вестфала, поступает соответствующая афферентная импульсация. Это в свою очередь сопровождается падением тонуса как сфинктера зрачка, так и цилиарного тела, иннервируемых парасимпатическими волокнами. При близорукости часто обнаруживают ослабленную аккомодационную способность с легким мидриазом. Ухудшение сократительной способности цилиарной мышцы нарушает метаболизм хрусталика и стекловидного тела, что может проявляться помутнением хрусталика и деструкцией стекловидного тела. Как правило, у пациентов молодого возраста, когда прогрессирует близорукость, никаких изменений хрусталика и стекловидного тела не отмечается. Столь типичная для миопии бурая катаракта и деструкция стекловидного тела появляются после 40 лет. Изменения стекловидного тела характерны для миопии высоких степеней и носят дистрофический характер. При осмотре больного под щелевой лампой в стекловидном теле видна нитчатая деструкция с плавающими хлопьями и диффузными помутнениями в разжиженном субстрате. Могут определяться отдельные полости, заполненные жидкостью. Вначале эти изменения локализуются в заднем отделе глазного яблока, а затем распространяются на все стекловидное тело. Деструкция стекловидного тела в ряде случаев приводит к его отслойке. При этом задняя пограничная мембрана отрывается от места своей фиксации вокруг зрительного нерва и плавает перед ним в виде круглого кольца (кольцо Вейса). Причиной изменений в стекловидном теле является, с одной стороны, аксиальное растяжение задних отделов глазного яблока, а с другой, регионарная ишемия глаза и нарушения метаболизма, синтеза мукополисахаридов, и другие изменения в обмене веществ.

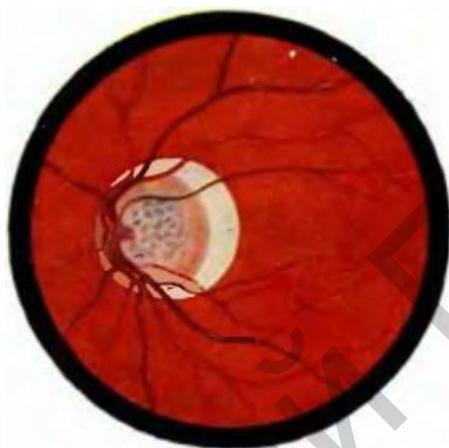
### **Состояние зрительного нерва и ретинальных сосудов**

Особенности глазного дна при приобретенной близорукости зависят от ее степени и выраженности нарушений гемодинамики в сосудах глазничной артерии. Цвет диска зрительного нерва определяется состоянием покрывающей его капиллярной сети, отходящей от ретинальных сосудов. Поэтому при спазме глазничной артерии и сосудов сетчатки, цвет диска становится более бледным, особенно его височная половина. Нередко появляется легкая ступешанность носовых границ.

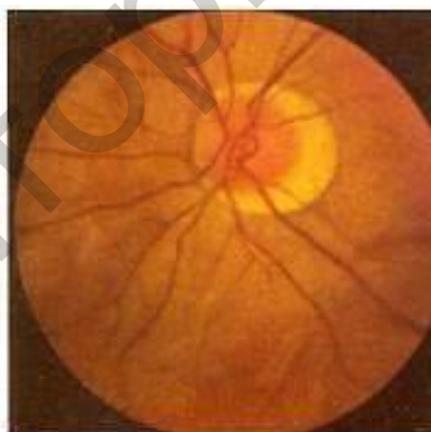
### **Миопический склеральный серп, конус и стафилома**

Как правило, развитие миопии слабой степени сопровождается появлением миопического серпа (рисунок 20), окаймляющего зрительный нерв с височной стороны и имеющего ширину до  $1/3$  диаметра диска.

Миопический конус — одно из наиболее часто встречающихся клинических проявлений миопии. При офтальмоскопии он имеет вид серпа белого, желтовато-белого или желтовато-розового цвета, обычно примыкающего к височной половине диска зрительного нерва и резко отграниченного от прилегающей части глазного дна (рисунок 21).



**Рисунок 20 — Миопический серп**



**Рисунок 21 — Миопический конус**

Край конуса нередко в большей или меньшей степени пигментирован. Иногда вкрапления пигмента имеются и вблизи конуса. Описанные изменения могут располагаться вокруг диска зрительного нерва в виде кольца — кругового конуса. Височная часть его обычно шире носовой. Конусы могут представлять собой редкое врожденное изменение области диска зрительного нерва и поэтому встречаться при всех видах рефракции. Однако, как правило, конусы возникают при миопии и являются следствием растя-

жения заднего полюса глаза, по мере прогрессирования миопии площадь конусов увеличивается. Ствол зрительного нерва и склерохориодальный канал, через который он проходит, имеют косое направление по отношению к стенке глазного яблока. Височный край физиологической экскавации пологий, носовой — крутой. У височного края диска между сетчаткой и склерой лежит петля слоя нервных волокон. Пигментного эпителия, сосудистой оболочки и стекловидной пластинки в этом месте нет. Из-за этого просвечивает склера, образуя так называемый дистракционный серп на височной стороне. С носовой стороны, наоборот, пигментный эпителий, сосудистая оболочка и стекловидная пластинка надвинуты на ткань диска зрительного нерва, в результате чего создается картина слабовыраженного носового, супертракционного серпа. Вследствие этого диск кажется уменьшенным в горизонтальном направлении. Серпы и конусы возникают в результате растяжения склеры и атрофии слоя пигментного эпителия и хориоидеи вблизи диска. Что касается истинных выпячиваний склеры в заднем отделе глаза — стафилом (рисунок 22), то они встречаются редко, только при миопии очень высокой степени.



Рисунок 22 — Стафиломы склеры

Край стафилемы представляет собой складку на глазном дне, преимущественно на височной половине. Переходя через нее, ретинальные сосуды перегибаются. Граница стафилемы видна в виде резкой дугообразной линии, концентрически расположенной по отношению к диску зрительного нерва.

Стафиломы, или истинные выпячивания склеры, обычно бывают признаком весьма высоких степеней миопии. Выступающая часть склеры отделяется от неизменной части резкой дугообразной линией.

#### **Центральная хориоретинальная дистрофия**

Прогрессирование дистрофических изменений в заднем полюсе приводит к постепенному увеличению атрофических очажков, иногда окруженных пигментной каймой, и их слиянию в диффузную атрофическую зону. Все это ведет к постепенному снижению остроты зрения.

Описанные изменения макулярной области, распространяющиеся затем на весь задний полюс глаза, относят к сухой форме центральной хориоретинальной дистрофии (рисунок 23). При миопии у 13,4 % пациентов сухая форма переходит во влажную. Транссудативная, или влажная, форма вызывает внезапное ухудшение зрения. А. М. Водовозов выделял отечную, фибринозную и геморрагическую фазы. Переход одной стадии в другую провоцирует декомпенсация регионарной и церебральной гемодинамики при наличии уже имеющейся хориоретинальной патологии.

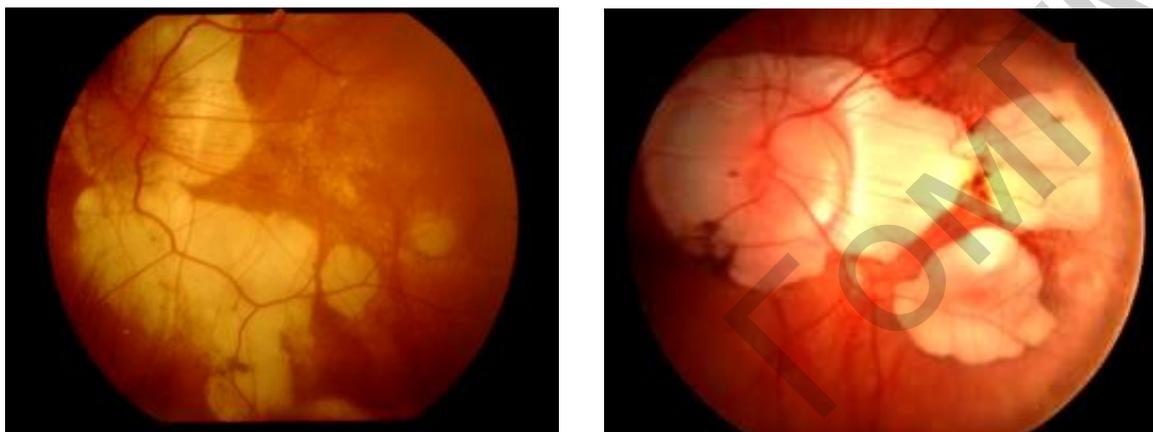


Рисунок 23 — Центральная хориоретинальная дистрофия

Как правило, причиной геморрагических осложнений является субретинальная неоваскулярная мембрана. Гипоксия хориоидеи и дефект в мембране Бруха, пигментном эпителии сетчатки приводят к формированию и прорастанию неполноценных субретинальных, интравитреальных или преретинальных сосудов. Возникающие из них рецидивирующие кровоизлияния (рисунок 24) приводят к резкому ухудшению зрения. Процесс утяжеляют наличие задней отслойки стекловидного тела и его разжиженная консистенция. В последующем формируется фиброз, образуются витреоретинальные спайки, приводящие к разрывам и тракционной отслойке сетчатки в заднем полюсе.

**Пятно Ферстера — Фукса** — рельефное, округлое пигментированное образование, может развиваться после рассасывания макулярной геморрагии (рисунок 25).

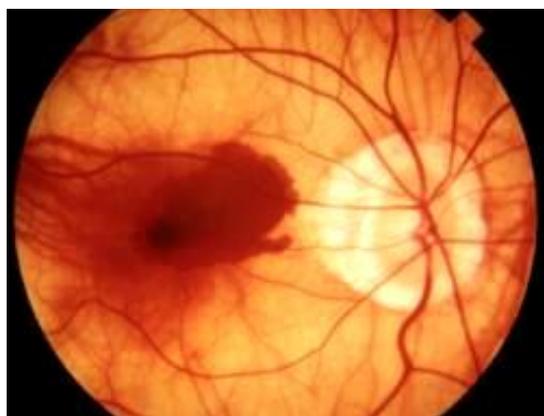
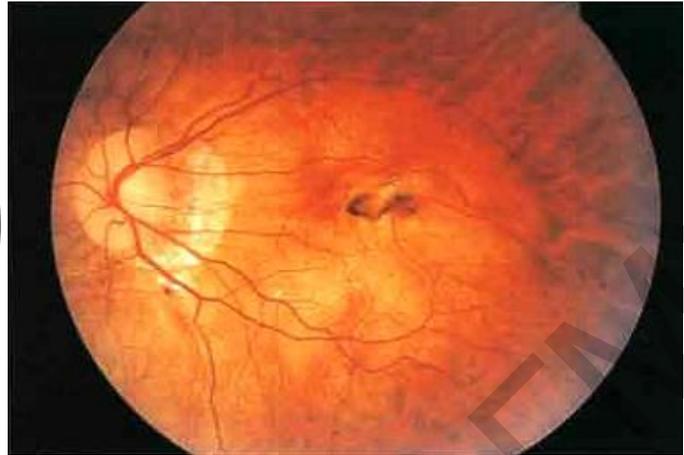
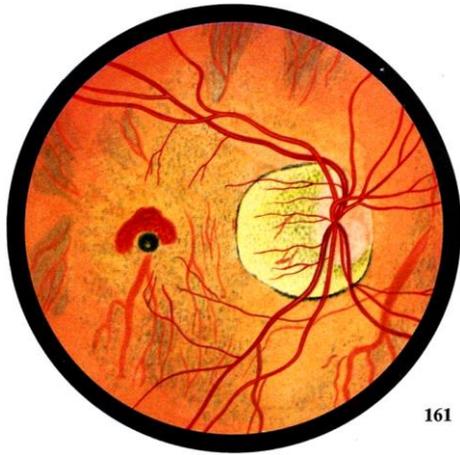


Рисунок 24 — Макулярные кровоизлияния при миопии высокой степени



161

Рисунок 25 — Пятно Ферстера — Фукса

### Периферические витреохориоретинальные дистрофии

Периферические дистрофии при близорукости аналогичны таковым при других видах рефракции, но встречаются в 2–3 раза чаще, чем у эметропов. Выделяют экваториальные, параоральные и смешанные формы дистрофии.

*Экваториальные дистрофии:*

- решетчатые;
- изолированные разрывы сетчатки;
- патологическая гиперпигментация.

*Параоральные формы:*

- кистовидная;
- ретиношизис;
- хориоретинальная атрофия.

**Решетчатая дистрофия сетчатки** представляет собой резко ограниченную зону, имеющую форму лодочки и расположенную обычно несколько кпереди от экватора. Важный признак дистрофии — сеть переплетающихся белых линий, напоминающих частокол и представляющих собой облитерированные сосуды сетчатки (рисунок 26). В начальной стадии отмечается относительно нежное истончение сетчатки. В более поздней стадии сетчатка резко истончается, формируются множественные разрывы, обычно дырчатые. Разрывы сетчатки с крышечками и клапанами — один из важных «риск»-факторов отслойки сетчатки.

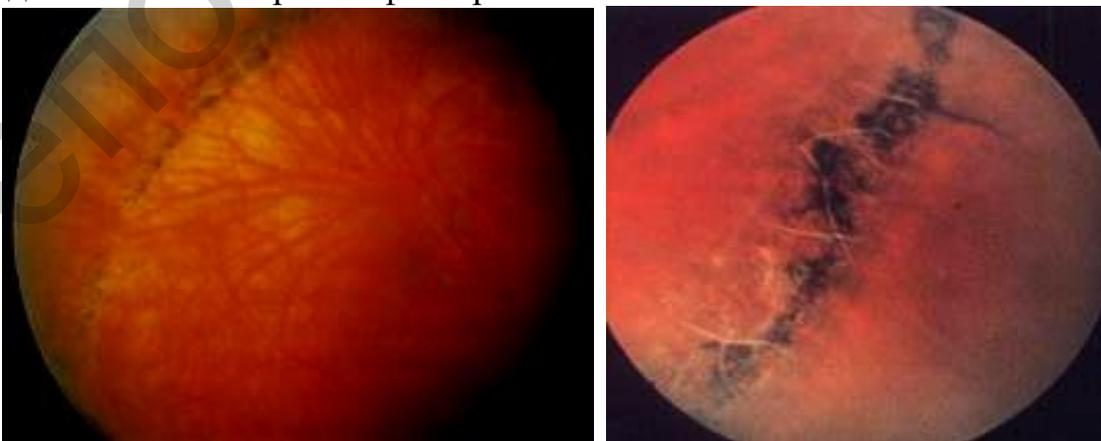


Рисунок 26 — Решетчатая дистрофия сетчатки

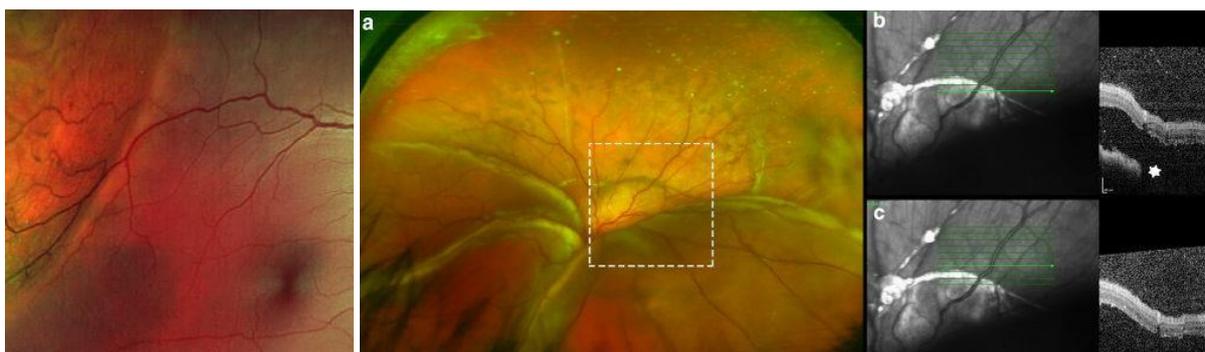
**Патологическая гиперпигментация** связана с пролиферацией пигментного эпителия и имеет вид пятен или даже полос пигментации, расположенных между экватором и зубчатой линией. Также может приводить к формированию тракционных разрывов и отслойке сетчатки.

**Кистовидная дистрофия сетчатки** встречается достаточно часто у пациентов с миопией и пациентов пожилого возраста. Наблюдается у зубчатой линии. Напоминает множественные икринки с резко очерченными краями (рисунок 27). Большинство авторов считают их доброкачественными образованиями, которые редко истончаются до атрофических разрывов и приводят к отслойке сетчатки.



Рисунок 27 — Кистовидная дистрофия сетчатки

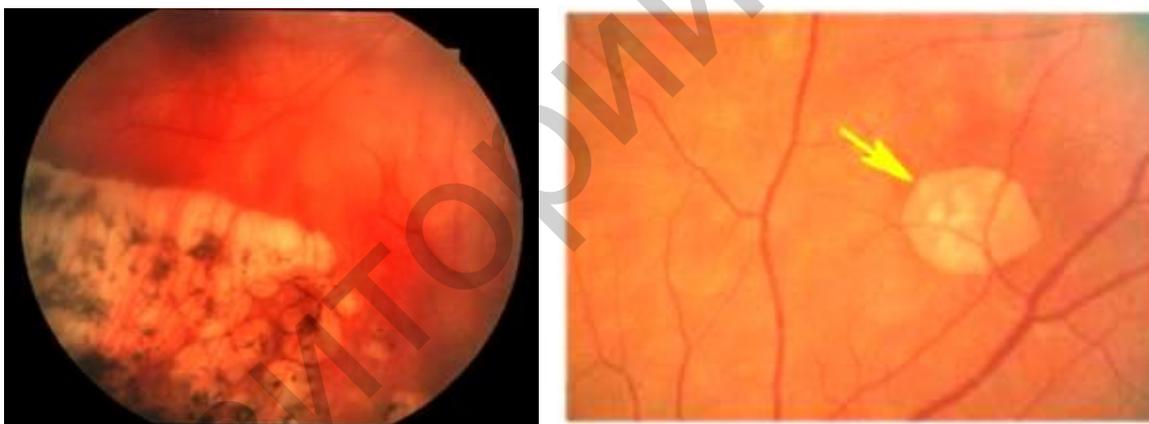
**Периферический ретиношизис** — патологическое расслоение сетчатки. Процесс чаще двусторонний (рисунок 28), редко прогрессирует к центру, приподнимаясь в виде овоида серого цвета. Локализуется в области зубчатой линии. Вначале выявляется как бы резко выраженная кистовидная дистрофия сетчатки. При надавливании склеры обнаруживают плоское и гладкое возвышение внутренних слоев сетчатки, которые утрачивают прозрачность, приобретают беловатый цвет и вид сот. Затем ретиношизис распространяется как циркулярно по периферии, так и к центральному отделу глазного дна и четко выявляется уже без надавливания склеры. В дальнейшем возникают крупные просвечивающие пузырьвидные образования, напоминающие большие кисты, появляются разрывы в слоях ретиношизиса. В области зубчатой линии могут обнаруживаться также атрофические фокусы с пигментной каймой. Ретинальные сосуды проходят в нем не меняя хода и не темнея, как при отслойке сетчатки.



**Рисунок 28 — Периферический ретиношизис**

### **Дистрофия сетчатки по типу «булыжной мостовой»**

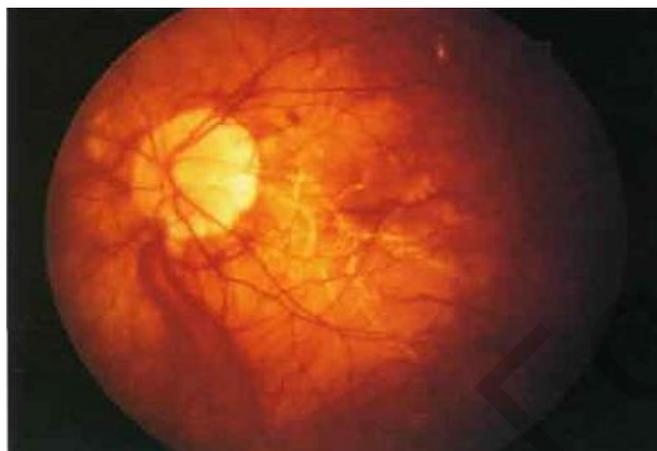
Характеризуется локализацией на далекой периферии и проявляется отдельными, расположенными по кольцу, белыми, несколько вытянутой формы очагами с не вполне ровной поверхностью, около которых иногда определяются мелкие крошки пигмента (рисунок 29). Изменения чаще наблюдаются в нижних отделах глазного дна, хотя могут определяться по всему периметру. Очажки типа «булыжной мостовой» обнаруживаются примерно у 20 % лиц с миопией средней и высокой степени.



**Рисунок 29 — Дистрофия сетчатки по типу «булыжной мостовой»**

Изменения макулярной области развиваются при близорукости выше 0,5 Д и проявляются сначала исчезновением макулярного рефлекса, легкой пигментацией, затем диспигментацией и усиливающейся крапчатостью. Потом в области желтого пятна появляются атрофические очажки белого цвета. Эти изменения идут на фоне прогрессирующего растяжения заднего полюса глаза, сопровождающегося симптомами исчезновения, перераспределения пигментного эпителия и разрежения сосудистой оболочки. У некоторых больных концентрация пигмента между крупными сосудами хориоидеи дает картину «паркетного», или «тигрового», глазного дна. Еще один характерный симптом, связанный с патологическими изменениями на уровне стекловидной пластинки пигментного эпителия и хориокапиларов, носит название ла-

**ковых трещин (рисунок 30).** В заднем полюсе при этом появляются желтовато-белые, неравномерной толщины линии, идущие в различных направлениях или образующих сетку, напоминающую растрескавшуюся лаковую поверхность. С этим симптомом многие авторы связывают появление монето-видных, некрупных (не более 1/3 диаметра диска) кровоизлияний, расположенных в слое хориокапиллярных сосудов или в наружных отделах сетчатки.



**Рисунок 30 — Лаковые трещины**

Дистрофические изменения сетчатки в зоне зубчатой линии могут быть причиной разрывов и отслойки сетчатки (рисунок 31).



**Рисунок 31 — Разрыв и отслойка сетчатки**

**Лечение прогрессирующей близорукости включает:**

1. Оптимальную коррекцию зрения (очковая и контактная).
2. Остановку патологического роста глаза (склеропластика, коллагенопластика).
3. Предупреждение возможных осложнений близорукости (лазеркоагуляция).

## 7. ОЧКОВАЯ КОРРЕКЦИЯ. ИСТОРИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ ОЧКОВ

До появления первых очков существует упоминания об использовании стеклянных шаров, изумрудов горного хрусталя для одного глаза. При раскопках были обнаружены хрустальные линзы, изготовленные за 2500 лет до н. э. В гробнице древнеегипетского фараона Тутанхона, были найдены самые древние очки: 2 тончайших спиля изумруда соединенных тонкими бронзовыми пластинами в виде оправы. Римский император Нерон часто смотрел гладиаторские бои через изумруд. Он либо использовал оптическую линзу из изумруда для коррекции зрения, либо защищался с помощью изумруда от солнечного света. Арабский ученый Ибн аль-Хайсам писал о возможности применения хрустального шара для людей со слабым зрением. Развивалось книгопечатание, древние монахи подносили к тексту стеклянные линзы и вновь обретали способность к чтению.

В конце XIII в. в Венеции был найден секрет прозрачного стекла, поэтому многие ученые считают что корни изобретения очков уходят именно туда. В 1285 г. итальянец Сильвео Армати изготовил первые очковые линзы. Двояковыпуклые стекла называли очки для старых. В 1450 г. появляются отрицательные линзы и очки для коррекции близорукости. Их называли очки для молодых. Первым достоверным свидетельством использования очков при близорукости считается портрет папы Льва X, выполненный Рафаэлем (1517–1519 гг.). Лев X был близорук и, отправляясь на охоту, надевал очки (рисунок 32).



Рисунок 32 — Портрет папы Льва X

Монокль, как оптический прибор, был изобретен в XIV в. Первоначально он представлял собой линзу, закрепленную на длинной ручке, которая держалась над текстом либо перед глазами. В XVI в. ручка монокля потеряла свою функцию, поскольку получило распространение зажатие монокля с помощью мышц лица (рисунок 33).



Рисунок 33 — Монокль (XIV в.)

Монокль в неиспользуемом виде носился в жилетном кармане. Для использования он вставлялся в глазную впадину и зажимался между бровью и щекой. Отмечается, что «перекошенное из-за мускульных усилий лицо приобретало совершенно особенное, брезгливо-высокомерное выражение». Пишется, что такая снобистская «мина», если, к тому же, у ее обладателя был хорошо выбрит подбородок, волосы были уложены в идеальный пробор, использовалась манишка, а к галстуку была приколот булавка с драгоценными камнями, стала причиной утверждения носителя монокля в карикатурном образе надменного аристократичного человека. Вставление монокля в глазную впадину и быстрое его сбрасывание оттуда превратилось в вид светской акробатики с претензией на шик. Монокли получили максимально широкое распространение, как отмечают исследователи, в Германии и Российской империи.

В XV в. появился лорнет, история его возникновения связана с переворачиванием «вверх ногами» обычных очков. Переворачивание очков, дужка которых как правило была загнута вниз, было необходимо для ее использования как ручки (рисунок 34).



Рисунок 34 — Лорнет (XV в.)

Почти два столетия, до начала XX века лорнет являлся популярным оптическим аксессуаром. Наибольшее распространение он получил у женщин, поскольку напоминал не столько оптический прибор, сколько элемент украшения, способствовал созданию атмосферы изысканности, мог быть инкрустирован драгоценными камнями, слоновой костью, перламутром и другими украшениями, а также давал возможность использования лорнета в качестве предмета жестикуляции. Умение пользоваться лорнетом для дам постепенно переросло в искусство великосветской беседы. Существовал термин «лорнирование», обозначающий прямой взгляд сквозь лорнет.

В XVI в. жесткое соединение линз было заменено на шарнирное. Такие первые очки были еще очень дороги, и ими могли пользоваться только лишь богатые. Очки, как большую драгоценность, включали в свои завещания короли и другие знатные люди.

Следующий этап — закрепление очков на носу, т. е. появляются пружинные очки. Простое приспособление позволило прикрепить очки даже на шляпу. В XV–XVIII вв. такой способ ношения очков был распространен среди дам и высокопоставленных сановников, т. к. при приветствии они никогда не снимали шляпы. Также в XVI в. появились очки, которые металлическим обручем крепились на лбу, а с этого обруча вниз на глаза опускались линзы. Еще одна разновидность очков, появившихся в XVI в. — пенсне, в XVII в. они завоевали свою популярность (рисунок 35). Стекла пенсне крепились на медной или железной пружинке. Чуть позднее были придуманы кожаные прокладки под металл, чтобы не травмировать кожу носа. Естественно для бедного носа ношение таких очков было травматично.



Рисунок 35 — Очки на шарнирах, пенсне (XVI в.)

Лондонский оптик Эдвард Скарлетт в XVIII в. создал очки с закругленными дужками и носоупорами (рисунок 36). Впрочем, такое новшество не вызвало особого восторга у публики. Ведь популярными были совсем

другие разновидности очков: монокль, пенсне и лорнет, которые имели распространение до окончания Второй мировой войны, после которой уступили место современным очкам.



Рисунок 36 — Очки держатся на ушах шнурками, дужками (XVIII в.)

В конце XVIII ст. Бенджамин Франклин изобрел бифокальные линзы, нижняя часть которых была предназначена для работы вблизи, а верхняя позволяла получить четкое изображение удаленных предметов (рисунок 37). Из заметок Б. Франклина: *«Мне всегда приходилось иметь две пары очков. Одни, чтобы читать, другие — смотреть ... Они терялись и ломались. Меня это всегда раздражало. Однажды я попросил отрезать по половине стекла из каждого моих очков и соединить их в одной оправе. После этого я стал носить одни очки постоянно, и мне надо было просто опустить глаза вниз, чтобы читать»*. Эти очки и сейчас можно увидеть в Национальном историческом музее США.

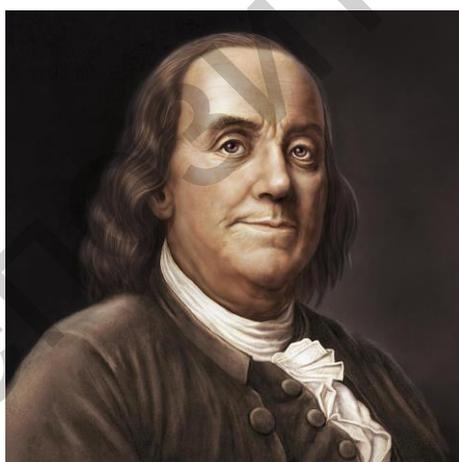


Рисунок 37 — Б. Франклин изобрел бифокальные очки (конец XVIII в.)

В 1750 г. Джордж Эскю создал первый набор стекол для подбора очков. В 1778 г. в Мюнхене Иоганн Пауль Хирн сделал аналогичный набор, который и является наиболее древним из сохранившихся.

В 1873 г. была введена диоптрическая нумерация стекол. Физики, занимавшиеся оптикой глаза, предложили меру близорукости или дальнозоркости «diopiter» (в переводе с греческого — «видящий насквозь»). Система определяла фокусное расстояние линзы, корректирующей зрение.

Первые высококачественные очковые линзы изобретены в Германии в конце XIX века, а уже в 1914 г. Джон Бауш и Генри Ломб начали выпуск таких линз на фабрике в Рочестере штата Нью-Йорк.

### 7.1. Телескопические очки

В 1875 г. возникла идея преломления не одного стекла, а комбинации из двух линз. В отличие от обычных очков телескопические (рисунок 38) повышают остроту зрения не только путем перенесения главного фокуса на сетчатку, а посредством увеличения на сетчатке изображения рассматриваемых предметов. Такая система, дающая увеличение обычно в 1,8 раза, пригодна для глаз с резко пониженной остротой зрения вследствие заболеваний зрительного нерва, сетчатой и сосудистой оболочек. В 1910 г. фирма Zeiss произвела телескопические очки в легкой алюминиевой оправе.



Рисунок 38 — Телескопические очки

Острота зрения больного, направляемого для подбора телескопических очков, должна быть с коррекцией имеющейся аметропии не ниже **0,08–0,1**. Только при этих условиях можно при максимальном увеличении получить достаточно хорошую остроту зрения для близи. Надо помнить, что телескопические очки предназначены, главным образом, для работы на близком расстоянии. Не эффективны телескопические очки при центральных скотомах, помутнениях прозрачных сред глаза, нистагме.

#### Недостатки телескопических очков:

- Уменьшение поля зрения.
- Невозможность пользования в телескопических очках для близи бинокулярным зрением.
- Невозможность пользоваться телескопическими очками для постоянного ношения.
- Высокая стоимость телескопических очков.

## 7.2. Изейконические очки

Изейконические очки предназначены для коррекции анизейконии, т. е. разноразмерности изображений фиксируемого предмета на сетчатке. Изейконические стекла не перемещают фокус оптической системы глаза по отношению к сетчатке, а только увеличивают изображение. Изейконические очки предназначены для выравнивания масштаба изображения на глазном дне при афакии и анизометропии. Высокую степень анизейконии считают показанием для назначения изейконической очковой коррекции, которую осуществляют с помощью очков специальной конструкции. В изейконических очках применен принцип телескопических систем. Перед каждым глазом помещают две линзы — положительную и отрицательную (рисунок 39).



Рисунок 39 — Изейконические очки

В одном случае ближе к глазу расположена положительная линза, в другом — отрицательная. В первом случае формируют прямую телескопическую систему, в другом — обратную. Таким образом, можно добиться примерно равной величины воспринимаемых объектов. Например, при односторонней афакии на афакичном глазу ближе к роговице помещают положительную линзу. Такая система снижает увеличение, даваемое сильной положительной линзой, корригирующей афакию, и вызывает увеличение изображения на парном глазу.

## 7.3. Призматическая очковая коррекция

Призматическая коррекция назначается с целью перевести изображения косящего глаза на центральную ямку сетчатки для стимуляции фузии. Призматические линзы (рисунок 40) обладают свойством отклонять лучи света к основанию призм. Основание призм должно быть направлено в сторону, *противоположную отклонению глаза* (при расходящемся к носу, при сходящемся кнаружи).



Рисунок 40 — Призматические очки

Перед назначением призматических элементов проводят коррекцию аметропии по общим правилам. Суммарную силу призматического компонента раскладывают поровну на оба глаза, при этом линии расположения призм совпадают, но основания призм располагаются в противоположных направлениях.

Назначение призматических элементов может решать три основные задачи:

- Способствовать устранению астенопических жалоб и улучшению зрительной работоспособности при наличии гетерофорий.
- Устранять или уменьшать диплопию при параличах и парезах глазных мышц.
- Способствовать восстановлению бинокулярного зрения в ходе лечения косоглазия (главным образом у детей).

#### 7.4. Бифокальные очки

Бифокальные очковые линзы подразумевают две оптические зоны: для зрения вблизи и для зрения вдаль. Верхняя часть линзы, большая по площади, для зрения на дальние расстояния, а нижняя часть — на близкие. Эти две зоны могут быть разными по размеру и форме (рисунок 41). В большинстве случаев пользователи быстро привыкают к таким очкам, хотя резкий переход между зонами для дали и для близи при переводе взгляда с удаленных предметов на близкорасположенные и наоборот, обусловленный разницей в оптической силе сегментов, иногда вызывает определенный дискомфорт. Следует учесть, что разница в силе линз верхней и нижней зон (аддидация — Add) не должна быть слишком большой, максимум 2–3 Д.

Границы оптических зон сильно заметны окружающим, что вызывает психологический дискомфорт у пользователей, поскольку получается, что бифокальные очки выдают возраст. Нижний сегмент бифокальной линзы зрительно увеличивает область нижнего века и область под глазами. Бифокальные очки подразумевают коррекцию только двух зон: вблизи и вдаль, а зрение для средних расстояний (например, для работы за компьютером) не корректируется.



Рисунок 41 — Бифокальные очки

## 7.5. Прогрессивные очковые линзы

Впервые прогрессивные очковые линзы появились на европейском рынке в 1959 г. и стали пользоваться заслуженной популярностью. Прогрессивные очковые линзы относятся к мультифокальным, т. е. предназначены для зрения на различных расстояниях (рисунок 42). Увеличение силы диоптрии прогрессивной линзы достигается посредством нанесения на поверхность линзы специального дизайна, радиус кривизны которой постепенно уменьшается в горизонтальном и вертикальном направлении. Зона перехода диоптрий от зоны для близи к зоне для дали называется зоной прогрессии или коридором прогрессии. Коридор прогрессии располагается параллельно переносице, расширяясь в зоне для глаз.

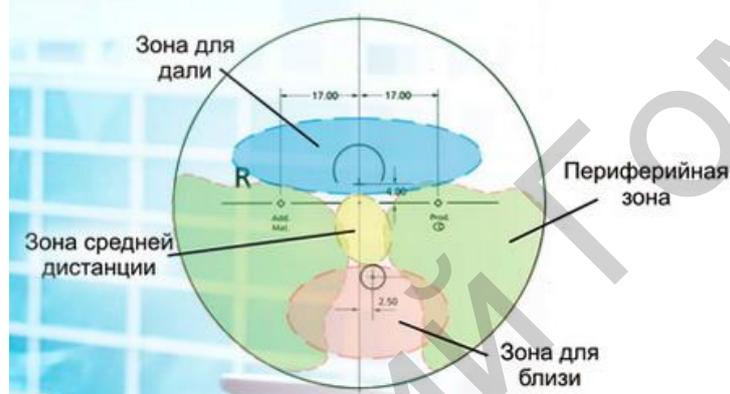


Рисунок 42 — Схема зон прогрессивных линз

Разница в оптической силе между зонами для дали и близи (аддидация) не должна, как и в бифокальных очках, превышать 2–3 Д, с учетом переносимости пациента. Например, если человек для дали пользуется очками +1,5 Д, а для близи ему нужны линзы +3,0 Д, то аддидация составляет +1,5 Д, при этом рефракция в коридоре прогрессии будет плавно увеличиваться от +1,5 Д в верхней части до +3,0 Д внизу.

## 7.6. Фотохромные очковые линзы

Фотохромные линзы — это линзы, которые не только корректируют зрение, но и изменяют степень своего затемнения в зависимости от интенсивности солнечного света. Очки с фотохромными линзами называют фотохромными очками, а также очками-«хамелеонами» (рисунок 43).



Рисунок 43 — Фотохромные очковые линзы

Фотохромные линзы в помещении могут быть бесцветными, как обычные линзы для очков, а на улице под яркими солнечными лучами они быстро темнеют. Такое «умное» поведение фотохромных линз объясняется наличием в их материале молекул особых фотохромных веществ. Молекулы этих веществ под действием ультрафиолетового излучения, являющегося составной частью спектра солнечного излучения, переходят из исходного состояния, характеризующегося высокой степенью светопропускания, в активированное состояние, в котором они уже пропускают гораздо меньше лучей видимого света. Когда на фотохромные линзы перестает действовать ультрафиолетовое излучение, молекулы фотохромных веществ самопроизвольно возвращаются в исходное состояние и снова пропускают весь видимый свет. Линза становится опять бесцветной. В солнечный день фотохромные очки на улице заменяют солнцезащитные очки с диоптриями, а внутри помещения они ничем не отличаются от обычных очков для коррекции зрения.

### 7.7. Антибликовое (поляризационное) покрытие

Дневной свет распространяется в виде электромагнитных волн, колеблющихся во всех направлениях трехмерного пространства. **Поляризованный свет** распространяется уже в двухмерном пространстве, в горизонтальном и вертикальном направлениях. Горизонтально распространяющийся свет создает оптические помехи (блики). **Блик** — это сконцентрированный свет, отраженный от горизонтальной блестящей поверхности, такой как песок, вода, снег или дорога.

**Механизм действия** антибликовых линз для очков (рисунок 44) заключается в отсеивании ими отраженного света и оставлении исключительно безопасных оттенков желтого спектра. Такие стекла полностью поглощают синие лучи, которые больше других раздражают человеческие органы зрения, в результате чего они просто не фиксируются глазом. Основатель корпорации Polaroid был первым в мире, кто изобрел поляризующие линзы для солнцезащитных очков.



Рисунок 44 — Антибликовое (поляризационное) покрытие

## 7.8. История зарождения солнцезащитных очков

Необходимость защиты глаз от солнца осознавалась еще древними народами. И если в теплых краях спасались затенением глаз полями шляп, различными накладками-козырьками над глазами, то северяне пошли иным путем. Для защиты от солнечных лучей и бликов от снега жители Крайнего Севера, Азии и Америки носили плоские пластины из дерева, моржовой кости с узкими прорезями для глаз (рисунок 45).

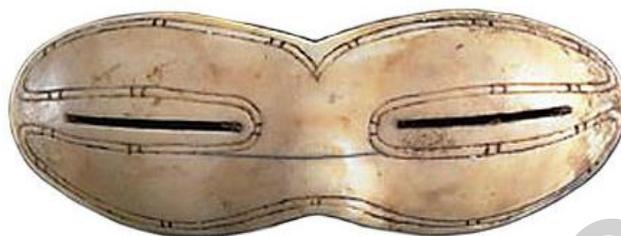


Рисунок 45 — Очки для защиты от солнечных лучей и бликов от снега из моржовой кости

В древности солнцезащитные очки были доступны далеко не всем смертным. Тогда, когда в Древнем Египте одни могли лишь прикрыть глаза крашенным папирусом, фараоны уже пользовались солнцезащитными очками. Устройство, которое их напоминало, было обнаружено в гробнице Тутанхамона. Состояло оно из двух тончайших спилов изумруда, соединенных двумя бронзовыми пластинами. Многими веками позже (XVI ст.) очковых дел мастера также использовали драгоценные камни, но уже толченые, в производстве солнцезащитных очков, чтобы придать стеклу светопоглощающий эффект. Столь «драгоценную» защиту для глаз могли себе позволить лишь самые богатые клиенты ювелирных домов. За исключением подобного эксклюзива производство очков в эпоху позднего средневековья в общей массе было кустарным: их изготавливали ремесленники цехов зеркальщиков или даже галантерейщиков.

Первое производство солнцезащитных очков связано с войной Наполеона в Африке (Египетский поход) в конце XVIII в. Стекла очков были закопчены и залакированы.

Экспериментировал с затемненными стеклами Джеймс Эйскоу в 1752 г. в надежде, что сине-зеленые стекла могут помочь людям со слабым зрением (рисунок 46). Кроме этого, в XIX в. очки с тонированными желтыми и коричневыми стеклами прописывались больным сифилисом, т. к. у них наблюдалась повышенная чувствительность к свету.

Современные солнцезащитные очки появились в начале XX в. и стали приобретать популярность благодаря киноартистам Голливуда, которые прибегали к их помощи не столько, защищаясь от солнца, сколько оберегая глаза от осветительного света на съемочных площадках. Так зародилась мода на солнцезащитные очки. Недорогое массовое производство

солнцезащитных очков началось в 1929 г., когда Сэм Фостер предложил их Америке, на пляжах Атлантик-Сити, Нью-Джерси под названием Foster Grant from a Woolworth on the Boardwalk.



Рисунок 46 — Очки Джеймса Эйскоу

Современные солнцезащитные очки своей популярностью обязаны очкам Ray-Ban Aviator американским военно-воздушным силам, по заказу которых они появились. Прототип, созданный в 1936 г. и известный как «антибликовый», имел пластиковую оправу и зеленые линзы, которые отбивали блики без затемнения видения.

Сегодня солнцезащитные очки с УФ-защитой почти стали промышленным стандартом. А оттенки, форма, материалы, из которых они производятся, могут меняться от коллекции к коллекции.

## 8. ЛЕЧЕНИЕ МИОПИИ

### 8.1. Очковая коррекция миопии

- При миопии слабой степени проводят полную коррекцию самым слабым рассеивающим стеклом, дающим наибольшую остроту зрения. Очками можно пользоваться не постоянно, а при необходимости.

- При миопии средней и высокой степени показана очковая коррекция при работе на близком расстоянии с линзами на 1,0–3,0 Д слабее (во избежание перегрузки цилиарной мышцы) и полная коррекция для дали. При стационарной миопии слабой и средней степени для дали, как правило, назначают полную коррекцию. При прогрессирующей миопии таких же степеней, особенно у детей и подростков, рекомендуется легкая гипокоррекция, обеспечивающая бинокулярную остроту зрения 0,7–0,8. Эта коррекция не должна превышать степень миопии, выявленной в условиях циклоплегии. В случае миопии 1,0–2,0 Д очками можно пользоваться не постоянно, а только при необходимости.

- Правила оптической коррекции для близи определяются состоянием аккомодации. Если она ослаблена (изменения эргограммы, уменьшение запаса относительной аккомодации, зрительный дискомфорт при чтении в очках), то для близи назначают вторую пару очков или бифокальные очки для постоянного ношения.

- Если аккомодационная способность стойко нормализуется, то назначают полную или почти полную оптическую коррекцию и для работы на близком расстоянии. В этих случаях очки будут побуждать аккомодацию к активной деятельности.

- При высоких степенях экзофории для близи (10,0 Д и более), а также при уменьшении положительных фузионных резервов до 12,0 Д и ниже более слабые линзы при работе на близком расстоянии из-за слабости конвергенции иногда переносятся плохо и вызывают астенопические явления. Таким пациентам целесообразно добавлять к сферическим линзам призматические элементы основаниями кнутри до 5 Д на каждый глаз.

- При миопии более 6,0 Д назначают постоянную коррекцию, величину которой для дали и для близи определяют в зависимости от переносимости. При этом следует стремиться к возможно более полной коррекции аметропии.

- Если миопия сопровождается астигматизмом, то коррекция целесообразна в тех случаях, когда с ее помощью повышается острота зрения. Астигматизм *прямого типа*, сопутствующий миопии, целесообразно корригировать в тех случаях, когда он превышает 1,0–1,5 Д. *Обратный астигматизм*, встречающийся значительно реже, но в большей мере снижающий остроту зрения, целесообразно исправлять начиная с 0,5–1,0 Д. Следует иметь в виду, что чем выше миопия, тем чаще обнаруживается астигматизм и тем выше его степень, однако влияние его на остроту зрения при этом обычно бывает незначительным. Сферический компонент коррекции определяют по изложенным выше правилам коррекции миопии, астигматический компонент — по субъективной переносимости с возможно более полным исправлением астигматизма.

- При начальной односторонней близорукости (до 2,0 Д) не следует спешить с назначением очков, так как возможность нарушения бинокулярного зрения при такой анизометропии невелика, а ранняя коррекция может способствовать прогрессированию миопии. Если близорукость развивается на втором глазу, то этот глаз корригируют по общим правилам, а для худшего глаза целесообразна некоторая гипокоррекция, которая не должна, однако, превышать 2,0 Д.

## 8.2. Контактная коррекция зрения

**Контактная коррекция зрения** — это применение контактных линз, известных уже более 100 лет. Контактная линза (КЛ) — прозрачная пленка или пластинка, изготовленная из различных полимеров, которая надевается непо-

средственно на роговицу. Сегодня КЛ пользуются примерно 100 млн человек во всем мире. Контактная коррекция зрения не имеет возрастных ограничений.

**Преимущества КЛ перед очковыми линзами состоят в том, что КЛ:**

- не суживают поля зрения;
- не искажают размеров и изображения предметов;
- могут обеспечить более высокую остроту зрения, например при коррекции астигматизма роговицы;
- применяются для лечения заболеваний роговицы и для местного введения лекарственных препаратов;
- совместно с фильтром ультрафиолетовых лучей защищают роговицу от периферических и косых лучей потенциально вредного ультрафиолетового излучения;
- не искажают внешность, могут применяться для изменений натурального цвета глаз и маскировки их дефектов;
- не ограничивают деятельную активность, удобны при занятиях спортом;
- не запотевают, не давят на переносицу.

**Классификация КЛ**

*По деформационно-прочностным свойствам материала:*

- жесткие из термопластиков и газопроницаемых полимеров;
- мягкие из гидрогелей с различным влагосодержанием;
- из силикон-гидрогелей;
- из силикона и коллагена.

*По назначению:*

- корригирующие (коррекция аметропии): сферические, торические, мультифокальные;
- цветные/косметические;
- лечебные (терапевтические);
- специальные (например, для коррекции птоза, для подводного плавания);
- для ортокератологии.

*По длительности ношения:*

- дневного ношения;
- пролонгированного ношения;
- гибкого ношения.

*По частоте замены:*

- традиционные;
- плановой замены;
- одноразовые (однодневные).

### **8.2.1. История совершенствования производства и материалов для контактных линз**

История контактных линз начинается в 1508 г., когда знаменитый **Леонардо да Винчи** начертил схему оптического прибора, в который через шар, заполненный водой, человек с плохим зрением мог лучше видеть (рисунок 47).

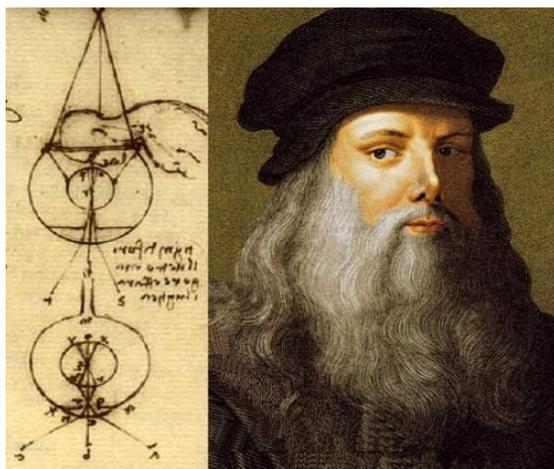


Рисунок 47 — Леонардо да Винчи и его схема оптического прибора

Почти 150 лет спустя французский математик и философ **Рене Декарт** предложил использовать в качестве линзы трубочку с водой, на конце которой было закреплено увеличительное стекло.

Первые настоящие контактные линзы, которые самостоятельно удерживались на глазу, появились в 1888 г. Швейцарский офтальмолог **Адольф Фик** изобрел линзу, которая была сделана из стекла и закрывала всю поверхность глаза, а в 1938 г. венгерский офтальмолог **Иштван Дьерфи** первым в Европе начал изготавливать линзы из пластмассы. В конце 40-х гг. XX в. **Кевин Тауки** предложил линзы, которые по размеру были значительно меньше своих предшественников. Однако жесткий пластик, из которого изготавливались линзы, по-прежнему раздражал глаза и создавал дискомфорт его пользователю.

В 60-х гг. прошлого столетия благодаря изобретению чешского ученого **Отто Вихтерле** появились КЛ из мягкого полимера, содержащего воду гидрогеля гидроксиэтилметакрилата. С этого момента КЛ стали разделять на жесткие (из полиметилметакрилата, ПММА и газопроницаемых полимеров) и мягкие (из гидрогелей). Гидрогелевые КЛ из полимеров с различным влагосодержанием получили широкое распространение благодаря большому комфорту простоте подбора этих линз по сравнению с КЛ из жестких полимеров. Однако несмотря на целый ряд явных достоинств, гидрогелевые имеют и недостатки, основным из которых является недостаточная для нормального метаболизма роговицы газопроницаемость линз, что в ряде случаев приводит к развитию гипоксических осложнений. Знаменательным событием в контактной коррекции зрения стало появление к концу 90-х гг. нового типа мягких КЛ из силикон-гидрогелей, сочетающих некоторые свойства гидрогеля с высокой газопроницаемостью силикона. Газопроницаемость КЛ из силикон-гидрогелей в несколько раз выше, чем гидрогелевых КЛ. Современные силикон-гидрогелевые КЛ позволяют достигать роговицы 96–98 % кислорода, предотвращая развитие

гипоксии роговицы даже при пролонгированном (без снятия на ночь) ношении КЛ. Однако силикон-гидрогелевые КЛ не лишены недостатков: из-за присутствия в материале линз силикона, они в несколько раз более жесткие, чем гидрогелевые КЛ, что в ряде случаев становится причиной дискомфорта и механических осложнений. КЛ из других полимеров – коллагена, обладающего непредсказуемой растворимостью и плохими оптическими свойствами, и высокогазопроницаемого, но гидрофобного (с низкой смачиваемостью) силикона, практически не используются для коррекции зрения и назначаются только с лечебной целью. Открытие повреждающего действия света повысило требования к средствам коррекции зрения. Появились не только очковые, интраокулярные линзы, но и КЛ с добавлением в материал адсорбентов ультрафиолетовых лучей, защищающих структуры глаза от вредного излучения. Длительное воздействие ультрафиолетовых лучей является одной из причин помутнения хрусталика (катаракты). Воздействие ультрафиолетовых лучей зависит от различных факторов (географического положения, приема лекарственных препаратов, индивидуальной чувствительности и т. д.). Ультрафиолетовые лучи исходят не только от солнца, но и от искусственных источников освещения, например, от флюоресцентных ламп. Современные КЛ — это линзы с фильтром для ультрафиолетовых лучей, соответствующие международным стандартам. Этот фильтр не изменяет свойства линзы и не влияет на переносимость КЛ глазом. Однако КЛ с фильтром для ультрафиолетовых лучей не являются полноценной защитой от вредного излучения. КЛ с таким фильтром в отличие от очков стандартной (не облегающей) формы не только защищают роговицу от периферических и косых ультрафиолетовых лучей, но и защищают от ультрафиолетовых лучей окружающие глаз ткани. Использование корригирующих КЛ с фильтром для ультрафиолетовых лучей в условиях повышенной инсоляции и особенно при наличии факторов, повышающих риск фотоповреждения (пребывание в горах, прием некоторых лекарственных препаратов, аниридия, афакия, повышенная индивидуальная чувствительность и др.), не исключает необходимость применения других средств защиты от ультрафиолетовых лучей (солнцезащитные очки, тенты, шляпы с полями, очки специального назначения и т. д.). Современный процесс производства КЛ автоматизирован, имеет большой объем, тщательный контроль параметров и качества КЛ. Разнообразие конструкций современных КЛ, создание новых полимеров и совершенствование свойств материалов для КЛ повышают их корригирующие свойства и комфорт при ношении.

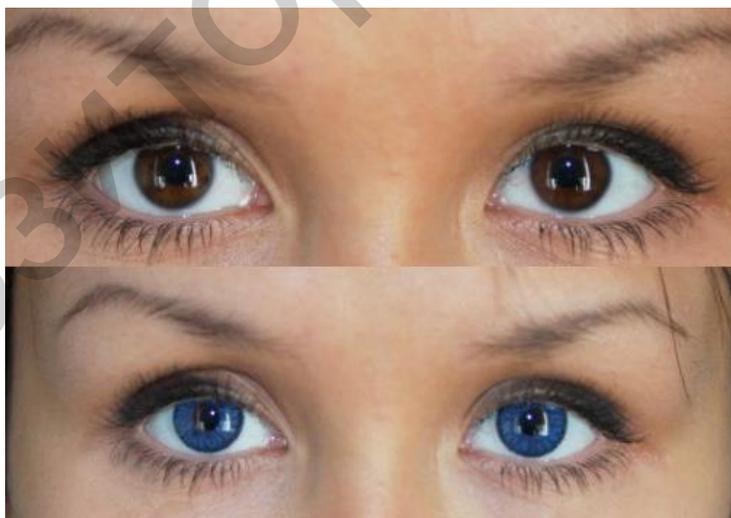
**Назначение КЛ — контактная коррекция аметропии** — самая большая область применения КЛ. КЛ эффективны для коррекции миопии, гиперметропии, астигматизма, афакии и пресбиопии. Широкое применение КЛ в оптической коррекции аметропии, повышение зрительных функ-

ций и зрительного комфорта, особенно в случаях аметропии высокой степени, обусловлено определенными преимуществами контактной коррекции по сравнению с очковыми линзами. Основные оптические достоинства КЛ: компенсация оптических aberrаций и призматического эффекта, свойственных очковым линзам; минимальные изменения поля зрения и изображения объекта на сетчатке при коррекции высокой анизометропии; создание оптимальных условий для бинокулярного зрения; возможность коррекции высокого роговичного (правильного и неправильного) астигматизма. Коррекция астигматизма остается одним из наиболее сложных аспектов контактной коррекции зрения. Эффективность контактной коррекции астигматизма зависит от деформационно-прочностных свойств материала и конструкции корригирующих КЛ. Наиболее эффективны для коррекции астигматизма жесткие КЛ. Оптимальная коррекция астигматизма сферическими мягкими КЛ возможна при роговичном астигматизме не более 1,0–1,5 Д. Корригирующий эффект КЛ при астигматизме повышают торические КЛ с цилиндрическим компонентом. При выраженной асферичности роговицы, невозможности или затруднениях в подборе и адаптации жестких КЛ возможна оптическая коррекция астигматизма комбинацией мягкой и жесткой КЛ или комбинированной жестко-мягкой КЛ с жесткой центральной зоной и гидрофильной (мягкой) периферией. Несмотря на значительные успехи хирургических методов коррекции афакии, контактная коррекция остается эффективным методом полноценной реабилитации пациентов после экстракции катаракт. Важное практическое значение имеет контактная коррекция афакии после экстракции так называемых осложненных катаракт (диабетические, увеальные), а также травматических и врожденных катаракт у детей, когда в силу различных причин невозможна или затруднена имплантация интраокулярной линзы. Основные преимущества контактной коррекции зрения у детей связаны с относительной безопасностью КЛ и возможностью изменения их оптической силы и параметров по мере роста глазного яблока. Назначение КЛ для коррекции аметропии и других врожденных дефектов зрения у детей (особенно детей раннего возраста) в ряде случаев становится не только методом коррекции, но и лечебным мероприятием. Раннее назначение КЛ создает оптимальные условия для сенсорного развития зрительного анализатора и в ряде случаев является единственным методом коррекции зрительных расстройств. Возможность эффективной контактной коррекции пресбиопии обусловлена появлением новых моделей специальных КЛ, предназначенных для обеспечения четкого видения предметов на близком и на дальнем расстоянии, получивших название мультифокальных КЛ. Различают КЛ альтернативного действия с попеременной установкой перед зрачком зоны для дали и для близи, за счет вертикально перемещения КЛ по роговице и КЛ одновременного зрения, зоны для дали и близи, которые нахо-

дятся перед зрачком одновременно. Бифокальные КЛ альтернативного действия — жесткие КЛ с сегментом для чтения, которые дают наиболее стабильное оптическое действие и хорошее качество изображения. Удобнее в подборе и адаптации — би- и мультифокальные одновременного зрения с чередующимися концентрическими зонами для зрения вдаль и вблизи, которые не требуют специального ориентирования. Однако в ряде случаев эти линзы имеют недостаточно широкую (для качественного зрения) зону для дали и для близи, а также проблемы, связанные с зоной перехода (раздела) этих зон. Кроме этого, зрительные функции при использовании мультифокальных КЛ часто зависят от освещенности и ширины зрачка, что в ряде случаев снижает зрительный комфорт. Несмотря на разнообразие конструкций би- и мультифокальных КЛ, некоторые пациенты предпочитают систему коррекции «моновижн», когда один глаз корригирован для дали, а другой для близи. При этой системе подбор КЛ не вызывает затруднений и возможно достижение максимального (моноккулярного) зрения как вблизи, так и вдаль.

#### **Применение КЛ для изменения цвета и маскировки дефектов глаз**

Наряду с применением КЛ для коррекции зрения достаточно популярным, особенно в России, становится использование косметических возможностей цветных КЛ. Цветные КЛ подразделяются на оттеночные, предназначенные для усиления или изменения оттенка светлых глаз, и на КЛ для изменения цвета как светлых, так и темных глаз. Такие КЛ имеют прозрачную зрачковую зону и окрашенную непрозрачную зону, имитирующую цвет и структуру радужки (рисунок 48).



**Рисунок 48 — Перекрывающие контактные линзы, предназначенные для изменения цвета глаз**

Цветные линзы предназначены как для сочетания изменения натурального цвета глаз с коррекцией аметропии, так и только для изменения цвета глаз у эметропов без коррекции зрения. Разнообразные цветные

КЛ, в том числе и КЛ причудливой окраски («кошачий глаз», «звезда» и др.) используются для кратковременного применения, например, в театрализованных представлениях, на дискотеках (рисунок 49).



Рисунок 49 — Театральные контактные линзы

Цветные КЛ назначают с косметической целью для маскировки дефектов глаз, таких как бельмо роговицы, дефекты или полное отсутствие радужки (аниридия), неоперабельная катаракта (рисунок 50).



Рисунок 50 — Кератопатия и организовавшийся после воспалительного процесса экссудат в передней камере правого глаза (верхнее фото). На пациентке маскирующая линза (нижнее фото), что позволило полностью перекрыть дефект.

### **8.2.2. Применение контактных линз с лечебной целью**

Лечебный эффект терапевтических, или так называемых бандажных (англ. bandage — повязка) КЛ, известен давно. Лечебное действие КЛ включает в себя:

- *Анальгезирующее действие*

Механизм анальгезирующего эффекта КЛ заключается в уменьшении контакта конъюнктивы век с поврежденной роговицей при мигании. Доказана эффективность лечебных КЛ при эндотелиально-эпителиальной дистрофии роговицы, когда КЛ, играя роль дополнительного прекорнеального защитного слоя, защищает «оголенные» вследствие дистрофических изменений роговицы нервные окончания от травмирующего действия век, существенно уменьшая субъективные проявления буллезной кератопатии (боль, светобоязнь, слезотечение).

- *Эпителизация повреждений роговицы*

КЛ способствуют эпителизации роговицы, уменьшая смещение нежно прикрепленной к базальной мембране эпителиальных клеток, главным образом путем механической защиты поверхности роговицы от травмирующего действия век и экзогенной травмы.

- *Защита роговицы от дегидратации*

КЛ помогают сохранять присущую роговице влажность, уменьшая испарение влаги с поверхности.

- *Герметизация операционной раны*

Герметизация операционной раны роговицы при расхождении краев раны после кератопластики, экстракции катаракты.

- *Механическая защита поверхности*

Механическая защита поверхности роговицы и конъюнктивы при трихиазе век, после хирургического лечения симблефарона, для предотвращения развития корнео-пальпебральных сращений, а также при дискомфорте, вызванном раздражением конъюнктивальной полости концами хирургических швов на роговице.

- *Местное введение лекарственных препаратов*

Применение мягких КЛ, насыщенных растворами лекарственных препаратов, рассматривается как метод, альтернативный традиционным (инстилляционному и субконъюнктивальному) способам введения лекарств.

Многочисленные исследования фармакокинетики лекарственных препаратов в мягких КЛ позволяют сделать важный вывод: КЛ обеспечивает более высокий уровень лекарственного препарата в ткани переднего отдела глаза и достаточно долго поддерживает его. Равноценный терапевтический эффект может быть достигнут при меньшей по сравнению с инсталляциями концентрации препарата.

В отличие от корригирующих КЛ, повышение остроты зрения является главным и обязательным эффектом лечебных КЛ. В ряде случаев лечеб-

ные КЛ повышают остроту зрения вследствие уменьшения отека и коррекции неправильного астигматизма.

### **8.2.3. Осложнения контактной коррекции зрения**

В отличие от очков КЛ находится в непосредственном контакте с роговицей и конъюнктивой и может вызывать определенные изменения переднего отрезка глаза. В 3–20 % случаев эти изменения становятся патологическими, требуют лечения и классифицируются как осложнения.

Основными факторами в патогенезе этих изменений и развитии осложнений при ношении КЛ служат относительная гипоксия из-за ограничения снабжения тканей глаза кислородом, изменение метаболических процессов, механическое и токсико-аллергическое воздействие КЛ и средств ухода за ними.

#### **Классификация осложнений контактной коррекции зрения**

**По этиологическому фактору осложнения контактной коррекции зрения подразделяются на:**

- механические (деформация поверхности, эпителиальные повреждения роговицы и конъюнктивы);
- гипоксические (отек роговицы, васкуляризация роговицы);
- токсико-аллергические (папиллярный конъюнктивит, эпителиопатия роговицы);
- воспалительные и инфекционные (стерильный инфильтрат роговицы, микробные кератиты).

*Механические осложнения* возникают при ношении жестких КЛ и мягких силикон-гидрогелевых КЛ, неправильном подборе КЛ, скоплении под линзой пузырьков воздуха или попадании под линзу инородного тела, а также при использовании поврежденной или загрязненной КЛ.

*Гипоксические осложнения* клинически могут проявляться симптомами отека и васкуляризации роговицы, лимбальной гиперемией. Это бывает при неадекватном подборе КЛ или использовании линз с недостаточной газопроницаемостью.

*Токсико-аллергические осложнения* являются следствием реакции глаза на средства ухода за линзами, отложения на поверхности КЛ, в редких случаях — на материал линзы.

*Воспалительные и инфекционные поражения глаз* относятся к числу наиболее серьезных осложнений. Риск развития инфекционного процесса повышается при нарушении режима ношения и ухода за КЛ, при несоблюдении правил гигиены и хронических заболеваниях глаз.

Выраженность изменений переднего отрезка глаза при ношении КЛ зависит от типа линзы, адекватности ее подбора, а также от индивидуальных особенностей глаза.

**Влияют на переносимость КЛ и повышают риск развития осложнений:**

- заболевания глаз: эпителиальные дефекты, эрозия, дистрофии роговицы, состояние после травм и операций на роговице, хронические заболевания век и конъюнктивы, снижение или нарушение слезопродукции;
- общие заболевания (диабет, авитаминоз) и прием лекарственных препаратов, побочными эффектами которых являются отложения на линзах, снижение слезопродукции, ухудшение переносимости КЛ;
- низкий уровень гигиены, неблагоприятные условия в быту и на производстве (повышенная сухость, загрязненность воздуха, аллергены), а также особенности климата. Риск бактериального и грибкового инфицирования при ношении КЛ увеличивается в тропическом климате и в сырых помещениях с плесенью. Тип КЛ (низкая газопроницаемость линзы, неправильный подбор, невысокое качество или повреждение линзы);
- длительность ношения и срок замены КЛ: пролонгированное ношение КЛ и длительное ношения КЛ без частой плановой замены повышают риск развития осложнений;
- средства по уходу за КЛ (токсико-аллергическое действие компонентов растворов, нарушение рекомендаций по уходу за линзами).

**В большинстве случаев различные виды осложнений контактной коррекции зрения имеют свои особенности и многофакторную этиологию.**

К числу наиболее характерных для ношения КЛ негативных изменений роговицы и конъюнктивы относится инъекция сосудов глазного яблока.

**Конъюнктивальная инъекция («красный глаз»)** — гиперемия конъюнктивы глазного яблока различной выраженности, сопровождается сухостью, жжением, зудом, повышенной утомляемостью глаз, дискомфортом при ношении КЛ. Эти явления усиливаются к концу дня. Основными причинами гиперемии конъюнктивы при ношении КЛ являются гипоксия роговицы, снижение слезопродукции, реакция на раствор по уходу за линзами или на химическое вещество, попавшее на линзу, а также на микробные токсины. Гиперемия конъюнктив может быть симптомом начала конъюнктивита или кератоконъюнктивита различного происхождения.

**Лимбальная гиперемия** — расширение сосудов в области лимба; возникает, как правило, при ношении мягких КЛ из гидрогелей. Основная причина — гипоксия роговицы, обусловленная недостаточной газопроницаемостью или плотной «посадкой» КЛ на роговице.

**Папиллярный конъюнктивит** может возникать при ношении КЛ любого типа. Чаще это осложнение выявляется при использовании традиционных КЛ с длительным сроком замены (замена через 6–8 мес.). Основным диагностическим признаком этого конъюнктивита служат шероховатость эпителия тарзальной конъюнктивы, появление гипертрофированных сосочков (иногда гигантских, более 0,5 мм) на конъюнктиве верхнего века

в сочетании с гиперемией конъюнктивы и умеренным слизистым отделяемым. Перечисленные изменения вызывают ощущение инородного тела, сухость глаз, жжение под веками, зуд, изменение «посадки» (положения КЛ на роговице) и сокращение времени комфортного ношения КЛ.

Одной из причин развития папиллярного конъюнктивита считают механическое рефлекторное раздражение конъюнктивы век краем линзы (особенно жестких или силикон-гидрогелевых КЛ с высокой жесткостью материала), а также аллергическую реакцию на компоненты раствора для линз. Однако в большинстве случаев папиллярный конъюнктивит – это аутоиммунная реакция на отложения денатурированного белка слезы на поверхности КЛ. Количество отложений на линзе зависит от частоты ее замены. При применении современных линз частой плановой замены (замена через 2–4 нед.) и одноразовых линз (не требуют ухода) значительно снижается риск развития этого осложнения.

**Отек роговицы** возникает вследствие нарушения корнеального метаболизма из-за недостаточного снабжения роговицы кислородом при ношении КЛ.

При отеке роговицы биомикроскопическое исследование определяет структурные изменения ее слоев: эпителиальные микроцисты (более 20), стрии роговицы (вертикальные линии в строме роговицы), складки эндотелия роговицы. Увеличение толщины и нарушение прозрачности роговицы приводят к затуманиванию и снижению зрения, ухудшению переносимости КЛ.

Компенсаторным механизмом при хроническом отеке роговицы служит ее васкуляризация — образование в роговице сети кровеносных сосудов. Это осложнение долго не вызывает субъективных симптомов, его находят при контрольном биомикроскопическом обследовании. При васкуляризации роговицы нарушается структура стромы, возникает отек эпителия роговицы. Длительная васкуляризация роговицы может приводить к нарушению прозрачности роговицы и снижению зрения.

Основными причинами гипоксии и развития отека роговицы служат неадекватный подбор («крутая посадка» линзы), нарушение режима ношения (продолжительное без снятия на ночь ношение линз с низкой газопроницаемостью) или недостаточная кислородопроницаемость КЛ, а также ухудшение газопроницаемости линз вследствие длительного ношения линзы, появления отложений или дегидратации (подсыхание) материала линзы.

**Эпителиопатия роговицы** — поверхностные эпителиальные повреждения роговицы, возникающие в результате точечного слущивания и отслоения эпителия роговицы. Эти изменения роговицы, как правило, протекают бессимптомно, со слабой инъекцией конъюнктивы, в некоторых случаях пациенты отмечают ощущение инородного тела, сухости глаз, сокращение времени комфортного ношения КЛ. Дефекты эпителия при применении флюоресцеина имеют вид точечного окрашивания различной формы и локализации.

**Стерильные инфильтраты роговицы** — выявляются у 2–10 % носителей КЛ. По периферии роговицы появляются мелкие серые инфильтраты, которые быстро рассасываются. Это осложнение развивается обычно на фоне хронического блефарита, мейбومیита и представляет собой воспалительную реакцию роговицы на микробные токсины и отложения на КЛ или на компоненты растворов для линз. Другой механизм развития стерильного инфильтрата связан с гипоксией роговицы, которая вызывает рефлекторное расширение лимбальных сосудов и миграцию воспалительных клеток, участвующих в образовании инфильтратов. Инфильтрат состоит из воспалительных клеток, мигрирующих из лимбальных сосудов (нейтрофилы, макрофаги, лимфоциты), микробных эндотоксинов, серозного экссудата и белка из сосудов лимба.

Стерильные инфильтраты роговицы отличаются от микробных кератитов:

- слабой субъективной симптоматикой;
- периферической локализацией инфильтратов;
- интактным эпителием;
- слабой или умеренной инъекцией конъюнктивы;
- быстрой позитивной динамикой процесса (рассасывание инфильтрата).

**Инфекционные кератиты** — самое грозное осложнение контактной коррекции зрения. Повышенный риск развития инфекционных осложнений при ношении КЛ обуславливает совокупность инфицирования глаз вследствие инфицирования линз и средств ухода линзами (растворы и контейнеры для хранения линз), не соблюдение правил гигиены и рекомендаций по уходу и использованию КЛ.

Клинические наблюдения показали, что одно из самых тяжелых инфекционных осложнений — *акантамебный кератит* в большинстве случаев развивается при плавании с линзами в водоемах с непроточной водой, где обитает акантамеба, и использовании для ухода за линзами водопроводной воды. К инфекционному кератиту приводит нарушение физиологических механизмов защиты глаза от инфекции (гипоксия роговицы, микротравмы эпителия роговицы, нарушения мигания и слезной секреции при ношении КЛ). Риск развития кератита повышается при пролонгированном (без снятия на ночь) ношении линз.

Инфекционные осложнения контактной коррекции зрения могут вызвать бактерии, патогенные грибы, вирусы и простейшие организмы — акантамеба. Наиболее часто встречаются бактериальные кератоконъюнктивиты, вызванные стафилококками и синегнойной палочкой.

Все инфекционные кератиты имеют острое начало, сопровождаются гиперемией и отеком конъюнктивы, очаговой инфильтрацией роговицы и слизисто-гнойным отделяемым. Инфильтрат может изъязвляться и превращаться в язву роговицы. Поражение роговицы вызывает боль, све-

тобоязнь, слезотечение, блефароспазм, снижение зрения. Клинический диагноз подтверждается лабораторными исследованиями материала с конъюнктивы и роговицы.

В лечении осложнений контактной коррекции зрения наряду с назначением лекарственных препаратов и других лечебных мероприятий значительная роль отводится устранению возможной причины осложнения — замене КЛ или раствора. Современные КЛ позволяют избежать или значительно снизить риск развития любых осложнений контактной коррекции зрения.

#### **Профилактика осложнений контактной коррекции зрения:**

- диагностика и лечение хронических заболеваний глаз;
- квалифицированный подбор КЛ;
- выбор оптимальной КЛ с учетом стиля жизни и профессиональной деятельности пациента. Предпочтение следует отдавать КЛ коротких сроков замены, в первую очередь — одноразовым КЛ;
- применение современных КЛ с высокой газопроницаемостью, из материалов, повышающих комфорт при ношении даже в неблагоприятных условиях окружающей среды;
- соблюдение режима ношения и правильный уход за КЛ.

За последние десятилетия созданы материалы для КЛ с различными свойствами, исследовано влияние на глаз различных параметров и материалов. Повышается эффективность КЛ в коррекции аметропии, расширяются лечебно-диагностические возможности применения КЛ.

В настоящее время продолжают совершенствоваться технологии изготовления и конструкций КЛ, поиски «идеальной» КЛ из материала с биологической инертностью, прозрачностью, высокой газопроницаемостью, мягкостью, оптимальной смачиваемостью, бактерицидностью, минимальным сродством к белкам, липидам слезы и различным загрязняющим агентам окружающей среды.

### **8.3. Ортокератология (ОК-терапия)**

Ортокератология (ночные линзы) — это один из методов безоперационной коррекции зрения при помощи жестких газопроницаемых контактных линз, которые одеваются на ночь и снимаются с утра.

Несмотря на то, что ортокератология стала завоевывать популярность только в последние несколько десятилетий, этот метод известен с 60-х г. прошлого века. Отцом-основателем его считается **Джордж Джессен**. Он впервые описал метод под названием ортофокус. Джессен использовал для коррекции близорукости жесткие контактные линзы из полиметилметакрилата (РММА — polymethylmethacrylate), которые были более плоской формы, чем роговица. Со временем он обнаружил, что даже после снятия такой линзы с глаза достигнутая с ее помощью острота зрения сохраняется в течение некоторого времени.

В течение следующих двух десятилетий методику, переименованную в «ортокератологию», изучали и развивали многие специалисты. Однако результаты коррекции зрения с использованием жестких линз были непостоянны и плохо прогнозируемы.

### Диапазон коррекции

В большинстве исследований, опубликованных в литературе, сообщается о коррекции ОК-линзами близорукости от  $-1,5$  до  $-4,0$  Д. Однако имеются сообщения о коррекции близорукости до  $-5,0$  Д. У некоторых пациентов удается исправить близорукость до  $-6,0$  Д. Самый большой эффект (до 75 %) коррекции зрения ночными линзами обычно достигается уже после первого применения. Полная коррекция и стабильность результатов наступает через 7–10 дней. В течение дня, когда линза не одета, наблюдается небольшой регресс эффекта, от  $-0,25$  до  $-0,75$  Д. Для поддержания полной коррекции зрения необходимо надевать линзу каждую ночь, а в некоторых случаях — раз в 2–3 ночи (рисунок 51).



Рисунок 51 — Механизм действия ортокератологических линз

## 8.4. Консервативная терапия близорукости

- Режим зрительных и физических нагрузок.
- Санация очагов хронической инфекции.
- Специальные упражнения для тренировки слабой ресничной мышцы, рефлексотерапия, лазерстимуляция цилиарного тела и др.
- При прогрессирующей близорукости для профилактики осложнений назначают специальную терапию: прием внутрь кальция глюконата, аскорбиновой кислоты для укрепления склеры, никотиновой кислоты, сермиона, трентала для улучшения гемодинамики. При хориоретинальных осложнениях с целью коррекции метаболизма полезны инъекции солкосерила, ретиноламина, АТФ, препаратов тканевой терапии (стекловидное тело, алоэ, ФиБС), антиоксиданты (эмоксипин, аевит), осмотерапия (40 % раствор глюкозы, 10 % раствор натрия хлорида).

Медикаментозные препараты, применяемые при миопии, в соответствии с основным механизмом их действия можно условно разделить на следующие группы:

— *препараты, влияющие на аккомодацию*: расслабляющие аккомодацию (М-холиноблокаторы: атропин, тропикамид) и улучшающие работоспособность цилиарной мышцы (симпатомиметики: адреналин, мезатон);

— *средства, способствующие укреплению склеры*: глюконат кальция, аскорбиновая кислота;

— *препараты, улучшающие гемодинамику глаза*: никотиновая кислота (полезно назначать уже при миопии слабой степени), трентал (при прогрессирующей миопии высокой степени и при наличии хориоретинальных осложнений), пентоксифиллин, аскорутин;

— *медикаменты, усиливающие обменные процессы* в сетчатой и сосудистой оболочках глаза и способствующие улучшению зрительных функций: винпоцетин, эмоксипин, тауфон, милдронат, актовегин;

— *гемостатические, рассасывающие и десенсибилизирующие средства*: этамзилат, коллализин.

Очевидно, патогенетическое влияние на миопический процесс оказывают препараты, влияющие на аккомодацию, укрепляющие склеру и улучшающие гемодинамику глаза. Остальные медикаменты оказывают симптоматическое действие.

## **8.5. Оперативное лечение близорукости**

При неэффективности консервативного лечения показано применение хирургических методов.

### **8.5.1. Склеропластические операции**

Склеропластика — офтальмологическая операция, которая направлена на укрепление наружной оболочки глаза (склеры).

Идея укрепления ослабленной склеры при близорукости принадлежит М. М. Шевелеву (1930 г.), который разработал соответствующую операцию на трупных глазах, используя в качестве трансплантата ленту из широкой фасции бедра. В клинике операцию укрепления склеры с помощью сухожилия при высокой прогрессирующей близорукости впервые произвел I. Malbran (1954 г.).

В России операцию подобного типа впервые провели А. П. Нестеров и Н. Б. Либенсон (1967 г.), используя трансплантаты Х-образной и Y-образной формы, выкраиваемые из аутофасции бедра.

В настоящее время существует большое количество модификаций данной операции, отличающихся по виду используемых склеропластических тканей, а также по способу их введения и закрепления. Вне зависимости от используемой методики выполнения, патогенетически склероукрепляющие операции

ориентированы в первую очередь на укрепление задних отделов глазного яблока различными биологическими материалами: аллосклерой, широкой фасцией бедра, твердой мозговой оболочкой, коллагеном, свежими и консервированными элементами аутокрови и др. Смысл их заключается в наложении своеобразного бандажа, преимущественно на заднюю поверхность глаза, чтобы предупредить дальнейшее растяжение склеры в этом отделе.

Таким образом, склеропластика не улучшает остроту зрения, однако направлена на стабилизацию имеющейся близорукости.

**Эффект склеропластики обусловлен:**

- механическим укреплением склеры путем образования дополнительного каркаса;
- реваскуляризацией склеры;
- местным стимулирующим тканевым воздействием на склеру.

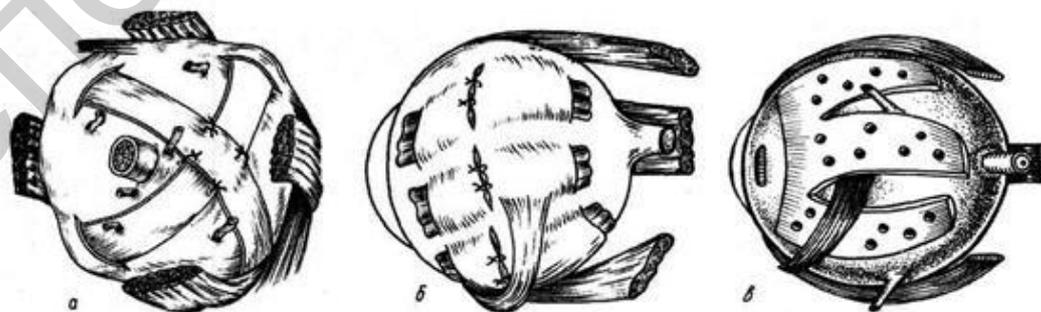
**Основные показания к склеропластике:** быстро прогрессирующая близорукость (1,0 Д и более в год), сопровождающаяся удлинением переднезадней оси, не менее 4,0–6,0 Д при еще высокой корригированной остроте зрения и отсутствии осложнений на глазном дне.

Положительный эффект склеропластики у детей наблюдается почти в 70 % случаев. У взрослых склеропластика эффективна в 90–95 % случаев.

Склеропластические вмешательства при миопии можно разделить на две группы:

- операции, при которых трансплантат укрепляют у экватора и свободный конец его подводят к заднему полюсу глаза, а также операции введения тканевой взвеси в эту область;
- операции, при которых трансплантат проходит через задний полюс глаза перпендикулярно переднезадней оси глаза, при этом создаются условия для некоторого натяжения трансплантата и укорочения оси. Этим патогенетически ориентированным операциям следует отдать предпочтение.

Операции первого типа целесообразнее производить детям с неосложненной близорукостью и менее выраженным прогрессированием процесса, операции второго типа — при более быстром прогрессировании миопии (рисунок 52).



**Рисунок 52 — Способы укрепления склеры при прогрессирующей близорукости:**  
а — полосками аутофасции; б — интрасклеральное по Т. И. Ерошевскому, Н. И. Панфилову; в — эписклеральное по В. К. Степанову

Противопоказанием к проведению склероукрепляющих операций являются острые и хронические заболевания глаз.

### **Безоперационный метод укрепления склеры**

Суть метода Э. С. Аветисова и др., (1981 г.) состоит в том, что под тенонovu капсулу в задне-наружном отделе глаза инъекционным путем вводят вспенивающуюся *полимерную композицию*, образующую на поверхности склеры после полимеризации упругий пеногель. Также может использоваться биологическое жидкое вещество (препарат на основе крови, взвесь хрящевой ткани). Имплантируемое вещество создает упругий каркас, механическим путем укрепляющий наружную оболочку глаза, стимулирует рост соединительной ткани на необходимом участке и тем самым повышает жесткость и прочность склеры на этом участке.

Склероукрепляющая инъекция является профилактической процедурой. Ее задача — предупредить прогрессирование миопии и возникновение осложнений. В связи с этим основное показание к применению данной методики — это близорукость средней или высокой степени при еще полностью сохранившихся зрительных функциях и градиенте прогрессирования 0,5–1,0 Д в год, особенно у детей и подростков. Если близорукость стабильная в течение 2–3 лет, а пациент не хочет носить ни очки, ни контактные линзы, можно выполнить дозированные кераторефракционные операции.

### **8.5.2. Хирургическая коррекция**

Цель операции при близорукости — «ослабить» слишком сильную преломляющую силу глаза, фокусирующего изображение перед сетчаткой глаза. Этого достигают путем ослабления рефракции роговицы в центре с 40–43 до 32–40 Д в зависимости от степени близорукости. Перед операцией рассчитывают анатомо-оптические параметры глаза и данные его рефракции. Для коррекции близорукости предложены следующие операции:

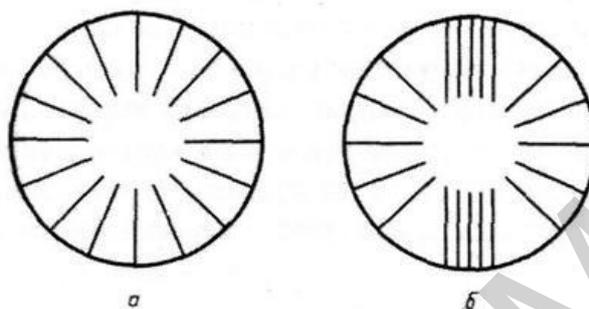
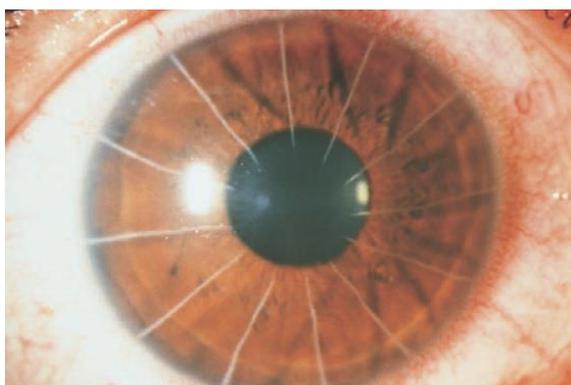
- передняя радиальная кератотомия;
- миопический кератомилез;
- введение внутрироговичных колец и линз в периферические слои (малоэффективен, поэтому не получил широкого распространения в клинической практике).

#### **Передняя радиальная кератотомия**

Используют для коррекции близорукости 0,5–6,0 Д.

Техника операции: нанесение непроникающих глубоких (на 90 % толщины) радиальных надрезов роговицы на периферии с помощью дозированного алмазного ножа (рисунок 53). Количество насечек и их глубина определяются индивидуально.

Ослабленная надрезами периферическая часть роговицы выбухает под действием внутриглазного давления, а центральный отдел уплощается. В настоящее время кератотомию выполняют редко. Ее вытеснила лазерная рефракционная хирургия.



**Рисунок 53 — Варианты радиальной кератотомии:**  
**а — при сферической рефракции; б — при астигматизме**

### Лазерная коррекция

Термин «эксимер» происходит от английского словосочетания «excited dimers» (возбужденные димеры) и означает нестабильное, существующее только в возбужденном состоянии парное скопление молекул двухатомного газа (атом инертного газа, связанный с атомом галогена). Первое сообщение о применении эксимерных лазеров в офтальмологии принадлежит С. Л. Трокель и соавт. (1983 г.). Они использовали лазерный луч в качестве режущего инструмента для выполнения радиальных разрезов при кератотомии. В 1986 г. J. Marshall и соавт. предложили новый способ применения эксимерного лазера для коррекции близорукости.

Способ заключается в удалении поверхностных слоев роговицы энергией эксимерного лазера, что приводит к изменению ее кривизны и преломляющей способности.

*В настоящее время существует несколько методик лазерной коррекции:*

**Фоторефракционная кератэктомия (ФРК)** с поверхности роговицы механическим путем удаляют эпителий, затем проводят обработку стромы в оптической зоне лазером (рисунок 54).



**Рисунок 54 — Этапы лазерной коррекции зрения методом ФРК**

**LASIK** (акроним **L**aser-**A**ssisted **i**n **S**itu **K**eratomileusis — «лазерный кератомилез») — с помощью микрокератома на поверхности роговицы формируется клапан на ножке, толщиной 140–180 мкм. Клапан откидывается, строма роговицы обрабатывается лазерным лучом. После этого клапан осторожно укладывают в роговичное ложе. Преимущества интрастромальной лазерной абляции заключаются в том, что остаются интактными эпителий и Боумена мембрана. Зрительные функции восстанавливаются достаточно быстро, период послеоперационной реабилитации короткий. Лазерному кератомилезу доступны более высокие степени миопии, для него характерна большая предсказуемость эффекта (рисунок 55).

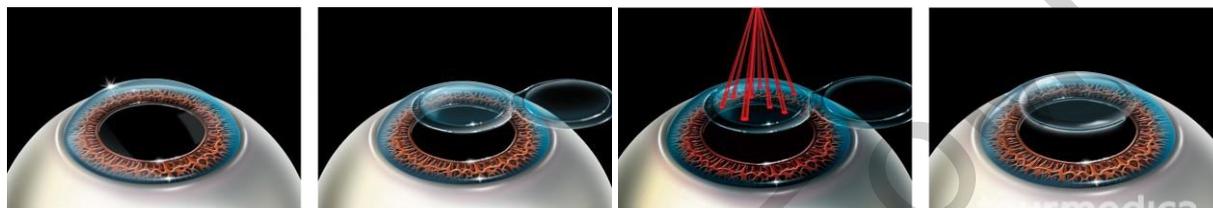


Рисунок 55 — Техника операции лазерного интрастромального кератомилеза (LASIK)

**SUPER-LASIK.** Особенность этого способа коррекции состоит в точной лазерной «шлифовке» роговицы на основе данных предварительного абберрационного анализа ее поверхности. С помощью специальной компьютерной программы данные абберрометрического анализа передаются в лазер. Луч лазера избирательно корректирует только участки роговицы, имеющие отклонения от нормы. Устраняются абсолютно все aberrации (искажения), влияющие на качество зрения.

**EPI-LASIK** — методика коррекции зрения, сохранившая все преимущества метода LASIK — быстрое восстановление зрения при минимальных болевых ощущениях. Позволяет проводить лазерную коррекцию зрения даже при тонкой роговице и синдроме сухого глаза.

**LASEK** — лазерный эпителиальный кератомилез, является модификацией операции ФПК. Лазерное воздействие оказывается непосредственно на поверхность роговицы, после формирования эпителиального лоскута. **LASEK** больше подходит пациентам, имеющим относительные противопоказания для **LASIK**. Слишком маленькая толщина роговицы или слишком крутая выпуклая форма могут приводить к осложнениям, связанным с этапом формирования лоскута при **LASIK**. Преимуществом **LASEK** является меньшее поражение иннервации роговицы, чем при **LASIK**, что снижает риск развития синдрома «сухого глаза».

**FEMTO-LASIK** — первая и единственная в мире безножевая методика лазерной коррекции зрения. На сегодняшний день это наиболее безопасная, прогнозируемая и совершенная методика. Роговичный лоскут формиру-

ется при помощи фемтосекундного лазера, а не механического микрокератома, как в случае с другими методами. Отсутствие механического воздействия в ходе вмешательства по данной методике увеличивает безопасность проведения лазерной коррекции и снижает риск появления послеоперационного роговичного астигматизма.

#### **Критерии отбора пациентов для выполнения лазерной коррекции зрения:**

- Возраст старше 18 лет.
- Толщина роговицы: не менее 480 мкм.
- Степень аномалии рефракции: от + 10,0 Д до –27,0 Д, астигматизм 1,5–3,0 Д в зависимости от толщины роговицы.
- При катаракте, даже начальной (возрастной или осложненной), рефракционная операция возможна лишь как этап комплексного лечения.
- Расчетная кривизна роговицы после операции: показатель К в пределах 36,50–48,00 Д.
- Расчетная толщина роговицы на стромальном ложе после абляции — не менее 250 мкм. Особого внимания требуют пациенты, в течение многих лет носившие жесткие контактные линзы, так как у них высока вероятность истончения роговицы.
- Диаметр зрачка: не более 6 мм при дневном освещении (использование программы с «широкой зоной»).
- Стабильная рефракция в течение 1,5–2 лет.

#### **Противопоказания для проведения лазерной коррекции зрения:**

- общие заболевания — сахарный диабет, нарушения функции щитовидной железы, коллагенозы, псориаз, нейродермит, фотодерматоз, наличие келоидных рубцов, Herpes simplex в период обострения и Herpes zoster в любой стадии;
- беременность и период кормления грудью;
- прогрессирующая близорукость, нестабильная рефракция, единственный глаз;
- заболевания глаз — глаукома, катаракта, острые и хронические воспалительные заболевания, синдром «сухого глаза», кератоконус, хрусталиковый астигматизм, эпителиально-эндотелиальная дистрофия, нистагм, отслойка сетчатки (при дистрофических изменениях периферических отделов сетчатки операция возможна после проведения профилактической лазеркоагуляции).

#### **Осложнения при проведении лазерной коррекции зрения:**

**ФПК:** эпителиальная гиперплазия, частичная потеря прозрачности роговицы («haze») и возврат близорукости.

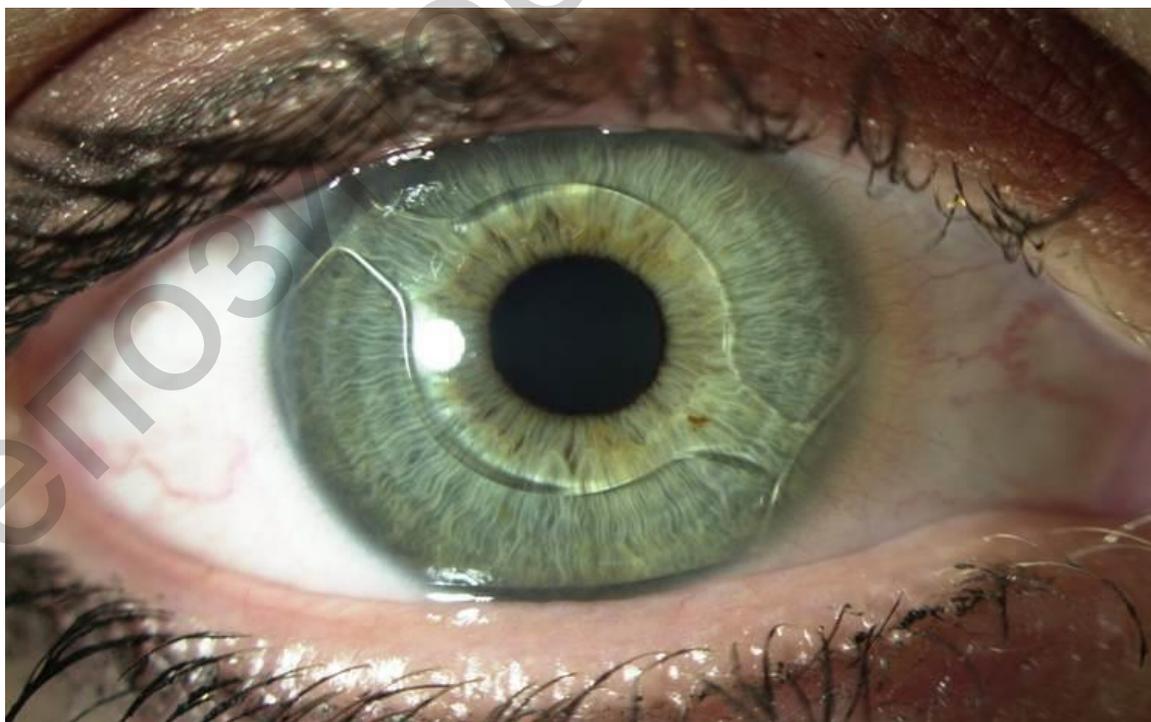
**LASIK:** возникают чаще из-за неопытности хирурга. Это перфорация роговицы, различные ошибки при формировании клапана, неправильная

фиксация клапана, его смещение, децентрация воздействия, врастание эпителия под клапан, глубокие стромальные помутнения роговицы.

### **Рефракционная хирургия**

В последние десятилетия особенно успешно стала развиваться имплантация факичных интраокулярных линз. Это связано с сохранностью аккомодационной способности глаза, а также со значительным повышением качества и совершенствованием модельного ряда факичных линз — такие линзы устанавливаются в переднюю или заднюю камеру глаза без удаления собственного хрусталика пациента (отсюда и название — факичная). На сегодняшний день чаще всего имплантируются заднекамерные модели факичных линз. В то же время у некоторых пациентов, которым в 90-е гг. были имплантированы первые модели факичных ИОЛ (RSC, Россия), стала развиваться катаракта. Формирование помутнений в переднекортикальных слоях хрусталика было обусловлено тем, что эта линза довольно часто прилипала к передней капсуле хрусталика. В более современных моделях факичных ИОЛ (RSK-3, Россия) этот серьезный недостаток был практически устранен нанесением микроперфорационного отверстия в оптической части (рисунок 56).

Применяющийся как альтернативный к эксимер-лазерной коррекции зрения метод, рефракционной замены хрусталика искусственной линзой, приводит к потере зрительным аппаратом способности к аккомодации. Данный метод имеет смысл использовать в случае, когда уже утрачена естественная аккомодация (у пациентов старше 45–50 лет).



**Рисунок 56 — Факичная переднекамерная ИОЛ**

## 9. ПРОФИЛАКТИКА МИОПИИ

В большинстве случаев врожденная близорукость является результатом дискорреляции между анатомическим и оптическим компонентами рефракции или ослабления склеры. Меры профилактики заключаются в предупреждении внутриутробной инфекции и интоксикации, патологии беременности и родов, недоношенности, в устранении влияния на плод ионизирующих факторов. Это может исключить и мутагенное воздействие ряда факторов на структуру генов, детерминирующих развитие рефракции глаза. Известную роль в профилактике миопии, особенно тяжелых ее форм, играет медико-генетическая консультация, которая позволяет родителям узнать, с точки зрения генетики, о последствиях здоровья для их детей. С помощью мер рациональной профилактики наследственной миопии может быть достигнуто снижение частоты мутационного процесса и ограничено распространение соответствующих генов среди населения.

### **Классификация профилактических мероприятий:**

- Первичная антенатальная профилактика.
- Первичная постнатальная профилактика.
- Вторичная профилактика.

### **Первичная антенатальная профилактика**

- Диспансерное наблюдение женщин с ранних сроков беременности в женской консультации.
- Рациональное питание беременной.
- Адекватное лечение экстрагенитальных заболеваний и осложнений беременности (маловодие, гестозы).
- Предотвращение вредных влияний на организм беременной женщины.

### **Первичная постнатальная профилактика**

• РЕЖИМ ОСВЕЩЕНИЯ — подразумевает зрительные нагрузки только при хорошем освещении, с использованием верхнего света, настольной лампы мощностью 60–100 Вт. Не рекомендуется использовать лампы дневного света.

• РЕЖИМ ЗРИТЕЛЬНЫХ И ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК — рекомендуется чередовать зрительные нагрузки с активным, подвижным отдыхом. При миопии до 3 Д, как правило, физические нагрузки не ограничиваются, свыше 3 Д — запрещается поднятие тяжестей, прыжки и некоторые виды соревнований.

• Одним из главных аспектов в профилактике миопии является полноценное питание, т. е. сбалансированное по белку, витаминам, микроэлементам и др. Поступление в организм необходимых веществ очень важно в профилактике миопии. Недостаток в рационе питания различных микроэлементов (Zn, Mn, Cu, Cr и др.), необходимых для синтеза элементов склеры, может вести к прогрессированию близорукости.

Существует множество овощей и фруктов, которые положительно воздействуют на зрение. Вот список из самых полезных для глаз продук-

тов: морковь, шпинат, фрукты (киви, черника, абрикосы, апельсины), ягоды (шиповник, земляника, смородина и др.), соя, чеснок, яйца, лосось и сардины, брокколи, черный шоколад.

**Таким образом, для профилактики миопии рекомендуется придерживаться следующих правил:**

- режим освещения — зрительные нагрузки только при хорошем освещении;

- гимнастика для глаз, через 20–30 мин зрительных нагрузок рекомендуется делать перерывы;

- отказ от курения и алкоголя;

- прогулки перед сном;

- повышение двигательной активности, занятия физической культурой;

- предупреждение и лечение хронических заболеваний;

- соблюдение правил чтения и письма (оптимальное расстояние от глаз до книги или тетради 30–35 см;

- правильное и достаточное освещение класса и рабочего места школьника (для классов световой коэффициент = 1:5). Место занятий должно быть хорошо освещено, в вечернее время нужно пользоваться настольной лампой в 60–100 Вт, ставить ее так, чтобы свет падал с левой стороны, освещая рабочую поверхность, глаза должны быть в тени;

- сохранять правильную позу за столом (при правильной позе вся ступня должна стоять на полу, а бедро почти полностью находиться на стуле. Угол между туловищем и бедром, а также между бедром и голенью должен быть прямой. Спина поддерживается спинкой стула, при этом тяжесть головы, находящейся почти в прямом положении, приходится в основном на позвоночник;

- не рекомендуется читать и играть лежа, особенно на боку, так как в этом положении нарушается правильная освещенность, а при лежании на боку, кроме того, глаза располагаются на разном расстоянии от рассматриваемого предмета, что приводит к зрительной утомляемости и головной боли;

- высота стола и стульев должна соответствовать росту ребенка. При необходимости надо на стул подложить твердый предмет нужной высоты, а под ноги поставить скамеечку. Передний край стула на 3–5 см задвигается под стол. Книгу во время чтения лучше держать на столе в наклонном положении, для чего существуют специальные подставки. Можно просто подложить под верхний край книги какой-либо предмет;

- домашние занятия учащихся 1–2-х классов должны продолжаться не более 1,5–2 ч, учащихся 3–4-х классов — 2 ч, старших школьников — не более 3–4 ч. При этом через каждые 30–40 мин занятий делается 10-минутный перерыв;

- очень плохо влияет на зрение чтение в трамвае, троллейбусе, автобусе. Плохое освещение, неустойчивое положение книги или газеты во время движения транспорта утомляют глаза.

### Упражнения для тренировки наружных мышц глаз

1. Сидя, медленно переводить взгляд с пола на потолок и обратно. Выполняется 8–12 раз (голова неподвижна).

2. Медленно переводить взгляд справа налево и обратно. Выполняется 8–10 раз.

3. Круговые движения глазами в одном и затем в другом направлении. Выполняется 4–6 раз.

4. Частые моргания в течение 15–30 с.

### Тренировка внутренних, цилиарных, мышц глаза производится по методу, называемому «метка на стекле» (Э. С. Аветисов)

1. Упражнения «метка на стекле». Занимающийся в очках становится на расстоянии 30–35 см от оконного стекла, на котором на уровне его глаз крепится круглая метка диаметром 3–5 мм. Вдали от линии взора, проходящей через эту метку, намечается какой-либо предмет для фиксации. Надо поочередно переводить взгляд то на метку на стекле, то на предмет. Упражнение выполнять 2 раза в день в течение 25–30 дней. Если за это время не наступит стойкой нормализации аккомодационной способности, то упражнение выполнять систематически с перерывом 10–15 дней. Первые два дня продолжительность занятия составляет 3 мин, последующие два дня — 5 мин, а в остальные дни — 7 мин.

2. Соблюдать режим зрительных и физических нагрузок (чередовать зрительное напряжение с активным отдыхом. При миопии до 3,0 Д физические нагрузки не ограничиваются, свыше 3,0 Д — запрещается поднятие тяжестей, прыжки и др.).

#### **Гимнастика для глаз**

• **Упражнение для глаз 1.** Сядьте и крепко зажмурьте глаза на 3–5 с, а затем на 3–5 — откройте. Повторите 6–8 раз.

• **Упражнение для глаз 2.** Быстро поморгайте в течение 1 мин (с перерывами).

• **Упражнение для глаз 3.** Встаньте, вытяните вперед руку и посмотрите на кончик пальца, расположенного по средней линии лица. Медленно приближайте палец не сводя с него глаз до тех пор, пока он не начнет двоиться. Повторите 6–8 раз.

• **Упражнение для глаз 4.** Тремя пальцами каждой руки легко нажмите на верхнее веко обоих глаз, спустя 1–2 с снимите пальцы с век. Повторите 3–4 раза.

• **Упражнение для глаз 5.** Зафиксируйте кожу надбровных дуг указательными пальцами. Затем медленно закройте глаза, удерживая пальцами кожу надбровных дуг. Повторите 8–10 раз.

• **Упражнение для глаз 6.** Медленно переводите взгляд с пола на потолок и обратно, неподвижно зафиксировав голову. Повторите 8–12 раз.

• **Упражнение для глаз 7.** Совершайте глазами медленные круговые движения то в одном, то в другом направлении (4–6 раз).

## 10. ДИСПАНСЕРНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ПРИ МИОПИИ

Лица с близорукостью любой степени находятся под диспансерным наблюдением и с учета не снимаются. При слабой и средней степени близорукости пациента осматривают один раз в год, при высокой степени — 2 раза в год.

**Прогрессирующая близорукость (свыше 3,0 Д с прогрессированием 1,0 Д в год и выше):**

▶ **Частота наблюдения:** 3 раза в год — по показаниям. При стабилизации близорукости в течение 3 лет — перевод в группу Д (II).

▶ **Медицинские осмотры врачами-специалистами:** по медицинским показаниям.

▶ **Наименование и частота лабораторных и др. диагностических исследований:** общее офтальмологическое обследование, объективное исследование рефракции в условиях циклоплегии; определение запаса аккомодации, УЗ-определение передне-заднего размера глаза (по показаниям). Консультации терапевта, эндокринолога — по медицинским показаниям.

▶ **Основные лечебно-профилактические мероприятия:** склеропластические операции, коррекции миопии (очковыми, контактными линзами), лечение лекарственными средствами (общеукрепляющее), тренировки аккомодации; режим физической и зрительной нагрузки (по показаниям).

▶ **Сроки наблюдения и критерии снятия с учета:** наблюдение до 18 лет, при стабилизации миопии — снятие с учета.

▶ **Критерии эффективности диспансеризации:** стабилизация миопического процесса.

**Близорукость высокой степени (свыше 10,0 Д) и осложненная миопия любой степени**

▶ **Частота наблюдения:** 2 раза в год.

▶ **Медицинские осмотры врачами-специалистами:** по медицинским показаниям.

▶ **Наименование и частота лабораторных и др. диагностических исследований:** общее офтальмологическое обследование, прямая офтальмоскопия, объективное исследование рефракции.

▶ **Основные лечебно-профилактические мероприятия:** коррекция миопии (очковая, контактная и хирургическая). Лечение лекарственными средствами (общеукрепляющее). Лазерное и хирургическое лечение (по показаниям). Рациональное трудоустройство, ограничение физической и зрительной нагрузки.

▶ **Сроки наблюдения и критерии снятия с учета:** наблюдение пожизненно.

▶ **Критерии эффективности диспансеризации:** стабилизация миопического процесса.

### **Близорукость медленно прогрессирующая неосложненная свыше 3,0 Д**

▶ **Частота наблюдения:** 1 раз в год.

▶ **Медицинские осмотры врачами-специалистами:** по медицинским показаниям.

▶ **Наименование и частота лабораторных и др. диагностических исследований:** общее офтальмологическое обследование и др. обследования — по медицинским показаниям.

▶ **Основные лечебно-профилактические мероприятия:** соблюдение режима зрительной нагрузки, тренировка аккомодации, по медицинским показаниям — общие оздоровительные мероприятия.

▶ **Сроки наблюдения и критерии снятия с учета:** при стабилизации миопии — снятие с учета.

▶ **Критерии эффективности диспансеризации:** стабилизация миопического процесса.

### **Ведение и родоразрешение беременных женщин с миопией**

С целью профилактики возможных осложнений необходимы динамическое наблюдение офтальмолога, витаминотерапия, назначение препаратов кальция, предупреждение и лечение гестоза. Показано бережное родоразрешение — сокращение периода потуг (наложение акушерских щипцов). При высокой степени миопии, а также ее осложнениях иногда производят кесарево сечение. Показаниями к прерыванию беременности являются злокачественное течение миопии, неблагоприятное влияние предыдущих беременностей на миопический процесс, тяжелые миопические изменения в обоих глазах.

### **Показания к кесареву сечению**

• ранее проводившиеся операции на сетчатке (в этом случае во время беременности и особенно при естественных родах возникает угроза повторной отслойки сетчатки);

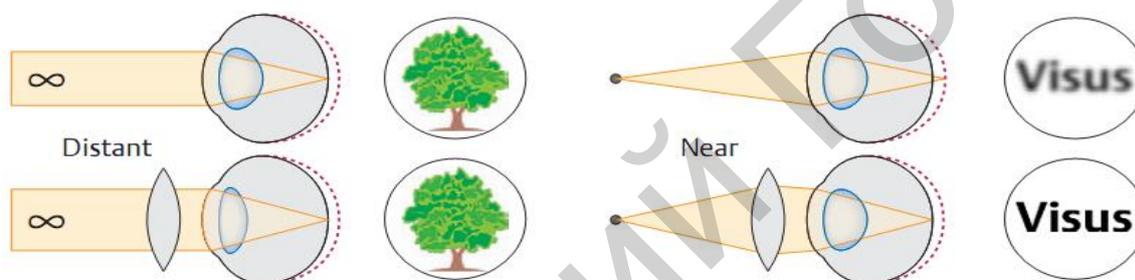
- повышенное внутриглазное давление;
- регулярные кровоизлияния в глаз;
- деструкция или разжижение стекловидного тела;
- кистозные изменения сетчатки;
- миопия высокой степени;
- единственный видящий глаз.

## **11. ГИПЕРМЕТРОПИЯ (ДАЛЬНОЗОРКОСТЬ)**

**Гиперметропия** (дальнозоркость) — разновидность клинической рефракции, при которой главный фокус расположен позади сетчатки. Это происходит по двум причинам. Первая причина дальнозоркости — это слабая преломляющая способность оптических сред (**рефракционная гиперметропия**). Вторая причина дальнозоркости — это маленький передне-

задний размер (**осевая гиперметропия**) глаза. Таким образом, гиперметропия — это несоответствие преломляющей силы глаза его длине. При дальнозоркости люди вдаль видят лучше, чем вблизи. В состоянии покоя аккомодации гиперметропический глаз с любых расстояний видит нечетко, причем чем ближе рассматриваемый предмет, тем хуже. Для четкого восприятия предметов требуется постоянная аккомодация. Чем ближе предмет к глазу, тем больше приходится аккомодировать.

Дальнейшая точка ясного зрения дальнозоркого человека не может быть перед глазом на каком-либо конечном или бесконечном расстоянии, так как у него на сетчатке собираются лучи, которые образовали бы сходящийся, а не расходящийся пучок еще до того, как они попали в этот глаз. Воображаемая точка пересечения этих сходящихся лучей находится в мнимом, отрицательном, пространстве, т. е. как бы за глазом. Она и будет считаться дальнейшей точкой ясного зрения дальнозоркого (рисунок 57).



**Рисунок 57 — Преломление лучей в глазу с гиперметропической рефракцией на далеком и близком расстоянии**

У детей младшего возраста данный вид рефракции является физиологичным. Большинство доношенных новорожденных имеет гиперметропическую рефракцию около 3,0–4,0 Д. Около 4–9 % младенцев в возрасте 6–9 мес. и 3,6 % в возрасте 1 года имеют дальнозоркость более 3,25 Д.

В первые 3 года жизни ребенка происходит интенсивный рост глаза, а также уплощение роговицы и особенно хрусталика. К трем годам длина передне-задней оси глаза достигает 23 мм, т. е. составляет примерно 95 % от размера глаза взрослого (Sorsby A. et al., 1961).

К 5 годам у большинства детей рефракция приближается к эметропической, но все же пока еще превалирует гиперметропия. Рост глазного яблока продолжается до 14–15 лет. К этому возрасту длина оси глаза достигает в среднем 24 мм, преломляющая сила роговицы составляет 43,0 Д, хрусталика — 20,0 Д.

Гиперметропия высокой степени может встречаться в сочетании с определенными общими расстройствами, включая альбинизм, синдром Франческетти (микрофтальм, макрофакия, тапеторетинальная дегенерация), врожденный амавроз Лебера, аутосомно-доминантный пигментный ретинит.

## 11.1. Виды гиперметропии

**Полная гиперметропия**— это суммарная гиперметропия, выявляемая при полностью выключенной аккомодации (ресничной мышцы) с помощью циклоплегических средств, например атропина.

**Явная гиперметропия** — гиперметропия, корригируемая с помощью собирательных линз при сохранной аккомодации.

**Латентная гиперметропия** представляет собой разность между полной и явной гиперметропией.

**Клинически гиперметропию разделяют на:**

- **простую (физиологическую)** — возникает из-за изменений длины и оптической силы преломляющих сред глаза при условии отсутствия патологии глазных структур;
- **патологическую** — при патологии органа зрения, включая нарушения развития, травму (таблица 5);
- **функциональную** — при параличе аккомодации.

Таблица 5 — Характеристика физиологической и патологической гиперметропии

Тип	Физиологическая гиперметропия	Патологическая гиперметропия
Описание	Наблюдается в случае, когда передне-задний размер глаза короче, чем необходимо для фокусировки лучей на сетчатке	Причиной являются иные, не относящиеся к нормальным биологическим вариантам изменения оптических структур глаза
Этиология	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Наследственность в сочетании с факторами окружающей среды.</li><li>2. Относительно плоская форма кривизны роговицы.</li><li>3. Недостаточная преломляющая сила хрусталика.</li><li>4. Увеличение плотности хрусталика.</li><li>5. Короткий передне-задний размер глаза.</li><li>6. Отклонение от среднестатистических величин оптических показателей глаза</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Недоразвитие глаза в течение пренатального и раннего постнатального периода.</li><li>2. Изменения роговицы или хрусталика.</li><li>3. Хориоретинальное, внутриорбитальное воспаление или опухоль.</li><li>4. Неврологические причины или причины, связанные с приемом лекарственных препаратов</li></ol>
Симптомы, осложнения	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Постоянное или преходящее затуманивание зрения.</li><li>2. Астенопия.</li><li>3. Покраснение глаз, слезотечение.</li><li>4. Увеличение частоты мигательных движений глаз.</li><li>5. Нарушение бинокулярного зрения.</li><li>6. Трудности при чтении.</li><li>7. Амблиопия.</li><li>8. Косоглазие</li></ol>	Наличие врожденных либо приобретенных глазных или системных заболеваний

### **Степень гиперметропии измеряется в диоптриях:**

- до 2,0 Д расценивают как слабую степень гиперметропии;
- от 2,0 до 4,0 Д — как среднюю степень гиперметропии;
- выше 4,0 Д — как высокую степень гиперметропии.

Степень гиперметропии — это число диоптрий, которых не хватает данному глазу, чтобы стать эмметропическим.

*При гиперметропии высокой степени* отмечается узкий зрачок, мелкая передняя камера, а при очень высокой (7,0–10,0 Д) глаз уменьшен в размерах, глубоко расположен в орбите, на глазном дне может быть ступенчатость контуров диска зрительного нерва (ложный неврит).

Постоянное напряжение аккомодации при некорригированной гиперметропии приводит к появлению астенопии и спазма аккомодации. С возрастом, когда аккомодативная способность глаза снижается, даже при слабой и средней степени гиперметропии зрение вдаль ухудшается. Кроме того, для лиц с гиперметропией свойственно более раннее развитие пресбиопии. У детей с некорригированной гиперметропией, особенно при наличии анизометропии, наблюдается нарушение формирования бинокулярного зрения, развивается амблиопия и содружественное сходящееся косоглазие.

## **11.2. Осложнения гиперметропии**

### **1. Расстройства аккомодации:**

- спазм аккомодации;
- ранняя пресбиопия;
- астенопия.

### **2. Расстройства бинокулярного (стереоскопического) зрения при гиперметропии:**

- содружественное сходящееся косоглазие;
- амблиопия;
- монокулярное зрение.

### **3. Другие изменения глаза при гиперметропии:**

- хронический блефароконъюнктивит;
- микрофтальм;
- ложный неврит.

## **11.3. Очковая коррекция гиперметропии**

При гиперметропии слабой степени, отсутствии астенопических жалоб, высокой остроте зрения (0,9–1,0), устойчивом бинокулярном зрении очковая коррекция не показана.

При наличии астенопических жалоб и снижении остроты зрения хотя бы на одном глазу независимо от степени гиперметропии, показана постоянная полная оптическая коррекция самым сильным собиратель-

ным стеклом (линза максимальной оптической силы, не снижающая остроты зрения).

Детям 2–4 лет при гиперметропии более 3,0 Д назначают очки для постоянного ношения на 1,0 Д меньше выявленной степени аметропии. При отсутствии косоглазия и амблиопии в возрасте 6–7 лет очки можно отменить.

При слабой и средней степени гиперметропии у школьников и взрослых очки обычно назначают только для работы на близком расстоянии, а при высокой степени для постоянного ношения.

#### **11.4. Хирургическая коррекция гиперметропии**

При низкой и средней гиперметропии применяют **гексагональную кератотомию, глубинную термокоагуляцию, гиперметропическую аутокератопластику.**

Гексагональная кератотомия заключается в проведении глубоких надрезов, соединяющихся друг с другом в 6 мм от центра роговицы.

При глубинной термокоагуляции на периферии роговицы наносят радиальные точечные коагуляты.

При гиперметропической аутокератопластике под срезанную часть передней поверхности роговицы имплантируют аутобиолинзу.

При средней и высокой гиперметропии применяют **гиперметропический кератомилез in situ, основанный на способности роговичной ткани самопроизвольно** увеличиваться после срезания.

**Экимерная фоторефракционная кератэктомия (ФРК) и лазерный специализированный кератомилез (ЛАСИК)** стали последними достижениями в хирургии при коррекции гиперметропии. Методы заключаются в моделировании роговичной ткани путем ее абляции (удаления) эксимерным лазером длиной волны 193 нм.

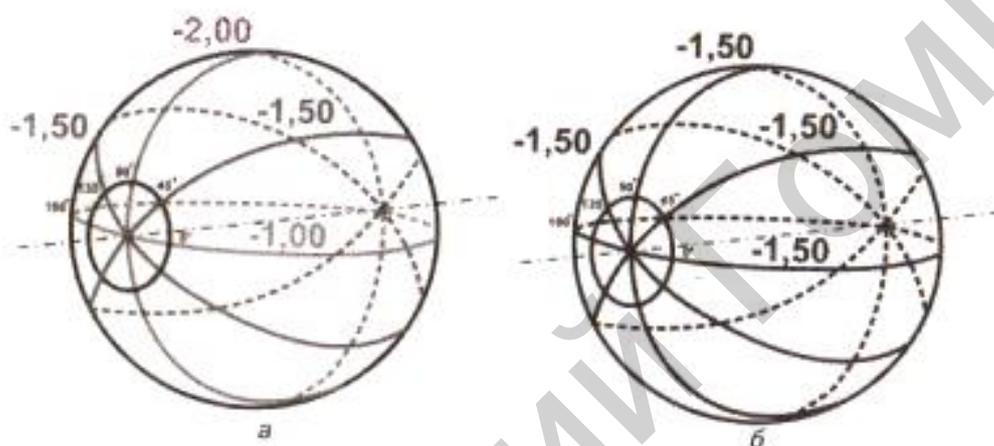
*Эмметропия, миопия и гиперметропия* — это сферические рефракции. Преломляющие поверхности оптической системы таких глаз имеют сферическую форму (роговица — выпукло-вогнутая сфера, хрусталик — двояково-выпуклая сфера), сила преломления в разных меридианах одинаковая и главный фокус параллельных лучей представляет собой единую точку.

В ряде случаев, *при асферичности преломляющих поверхностей*, главный фокус оптической системы глаза не один, и тогда преломление лучей по отношению к сетчатке может быть и впереди, и за сетчаткой. Эта аметропия квалифицируется как *астигматизм*.

## 12. АСТИГМАТИЗМ

**Астигматизм** (от греч. а- — отрицание, stigma — точка) не является самостоятельным видом клинической рефракции, может сопутствовать и эмметропии, и аметропии, характеризуется сочетанием в одном глазу разных видов рефракции или разных степеней одного и того же вида рефракции.

Наличие астигматизма приводит к тому, что оптическая сила в глазу не постоянна, а различна в разных меридианах, в отличие от неастигматичного глаза, где оптическая сила постоянна (рисунок 58).



**Рисунок 58** — Преломляющие силы в разных меридианах глаза при наличии астигматизма: а — астигматичный глаз; б — неастигматичный глаз

Причина астигматизма — нарушение сферичности роговицы или хрусталика, световые лучи преломляются в разных меридианах оптической системы во взаимно перпендикулярных осях с различной силой и не собираются в единый фокус на сетчатке, в результате на сетчатке возникает *искаженное изображение предметов* (точка видна как линия, круг как овал и т. д.).

Точная причина возникновения астигматизма остается неизвестной. Однако предрасположенность к его возникновению передается по наследству. По этой причине некоторые люди более склонны к развитию этого недуга, чем другие. Чаще встречается у недоношенных детей или детей, имевших при рождении низкий вес. Вероятно, это связано с недостатком времени для правильного формирования и развития роговицы. Иногда астигматизм возникает по причине травм или операций на глазах при повреждении роговой оболочки.

По природе возникновения астигматизм разделяют на **врожденный и приобретенный**.

**Врожденный** астигматизм до 0,5 Д встречается у большинства людей и относится к «функциональному», т. е. такой вид астигматизма не влияет на остроту зрения.

**Приобретенный** астигматизм появляется вследствие грубых рубцовых изменений на роговице после травм, повреждений, хирургических вмешательств на глазах, после наложения щипцов при патологических родах, т. к. сдавливается головка плода и изменяется форма глазницы и глаз и т. д.

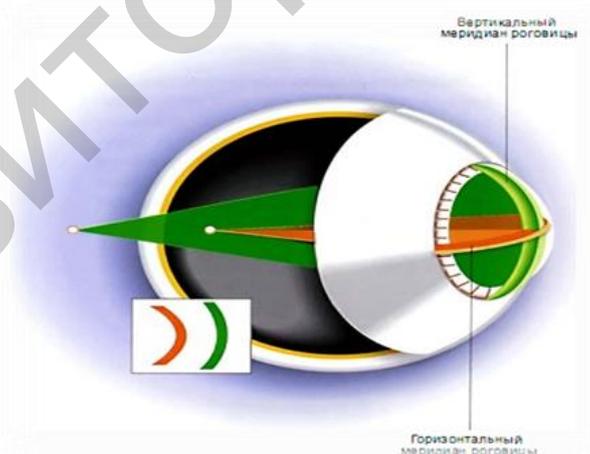
Описаны случаи зависимости развития астигматизма от деформации зубочелюстной системы, а именно: изменение формы челюстей и зубных дуг могут сочетаться с деформацией стенок орбиты, а это ведет к изменению формы глазного яблока и развитию астигматизма.

Имеется связь между прогнатией и развитием астигматизма, чаще при недоразвитии верхней челюсти и при сочетании недоразвития верхней и нижней челюстей, при сводчатом небе с узкой верхней челюстью.

Астигматизм обнаруживается у больных с открытым прикусом, с глубоким блокирующим прикусом в сочетании с деформацией верхней челюсти, с множественной первичной адентией. Т. е. астигматизм может встречаться при различных видах аномалий развития верхней челюсти (при недоразвитии верхней челюсти, боковой ее компрессии, при уплощении фронтального участка верхней челюсти и т. д.). Он во многих случаях может исчезать или уменьшаться в случаях удачного лечения аномалий верхней челюсти.

Через глаз, как через всякое шаровидное тело, можно мысленно провести множество меридианов (кругов), проходящих через оба полюса (передний и задний) и лежащих на одной оптической оси глаза.

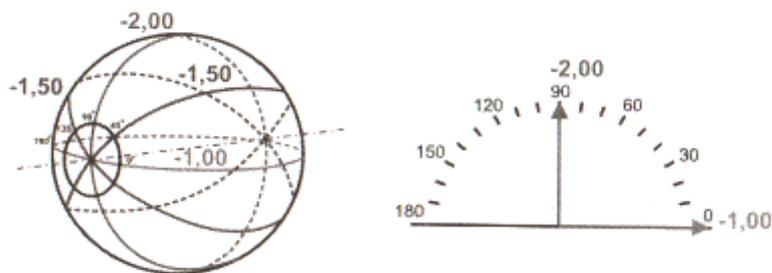
Перпендикулярные друг другу меридианы, имеющие наибольшую разницу в рефракции, называются главными (рисунок 59). При астигматизме различают *два главных меридиана* (взаимно перпендикулярные плоскости с максимальной и минимальной преломляющей способностью).



**Рисунок 59 — Главные меридианы (вертикальный и горизонтальный меридиан роговицы)**

Положения главных меридианов астигматического глаза принято обозначать по шкале с отсчетом против часовой стрелки. Эта шкала имеет свое название — ТАВО (рисунок 60). Использование этой градусной шка-

лы было предложено в 1917 г. Техническим университетом в Германии (Technische Ausschuss für Brillen-Optic).



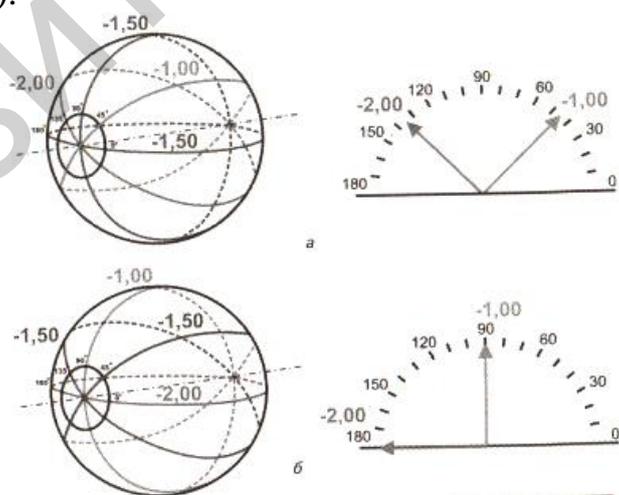
**Рисунок 60** — Схематичное изображение астигматизма с использованием шкалы ТАВО

*Положение главных меридианов может быть абсолютно произвольным, но при обязательном сохранении между ними угла  $90^\circ$ .*

Сама шкала, на которой располагаются меридианы, разбита от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ . В конце каждого луча указывают рефракцию данного меридиана в диоптриях. Причем дальше (от  $180^\circ$  до  $360^\circ$ ) нумерация шкалы отсутствует. Это сделано для простоты работы при коррекции астигматичного глаза и выписки рецептов. Потому что, если рефракция вдоль всего меридиана постоянна, то продолжение меридиана ниже горизонтальной линии нашей шкалы является его симметрией. То есть расположение одного из меридианов на  $190^\circ$  эквивалентно расположению на  $10^\circ$ , а расположение на  $270^\circ$  эквивалентно  $90^\circ$ .

### 12.1. Классификация астигматизма

По сочетанию рефракций в главных меридианах астигматизм можно подразделить на виды, а по взаимному расположению меридианов — на типы (рисунок 61).



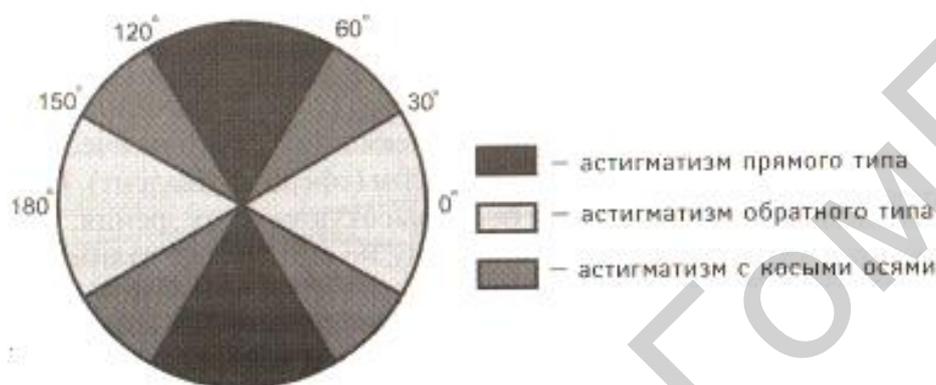
**Рисунок 61** — Взаимное расположение главных меридианов:  
**а** — случай, при котором более слабый меридиан находится под углом  $45^\circ$ , а более сильный — под углом  $135^\circ$ ; **б** — слабый меридиан — под углом  $90^\circ$ , сильный — под углом  $180^\circ$

**Существует три типа астигматизма:**

**1. Астигматизм прямого типа** — меридиан с более сильным преломлением расположен вертикально или в секторе  $\pm 30^\circ$  от вертикали.

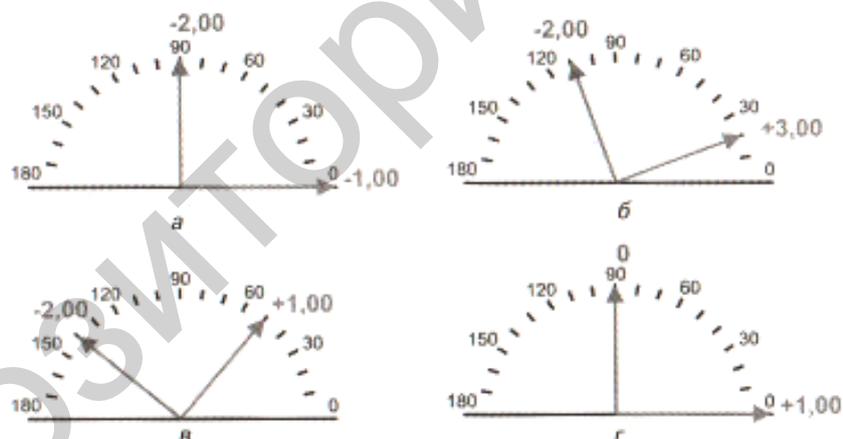
**2. Астигматизм обратного типа** — меридиан с более сильным преломлением расположен горизонтально или в секторе  $\pm 30^\circ$  от вертикали.

**3. Астигматизм с косыми осями** — оба меридиана лежат в секторах от  $30^\circ$  до  $60^\circ$  и от  $120^\circ$  до  $150^\circ$  (рисунок 62).



**Рисунок 62** — Схематическое представление типов астигматизма

Для полного понимания классификации типов и видов астигматизма, а также их сочетания, приведем несколько примеров (рисунок 63).



**Рисунок 63** — Примеры сочетания видов и типов астигматизма:

**а** — сложный миопический астигматизм прямого типа;

**б** — смешанный астигматизм прямого типа;

**в** — смешанный астигматизм с косыми осями;

**г** — простой гиперметропический астигматизм прямого типа

О степени астигматизма судят по разности рефракции в двух главных меридианах. Если на протяжении каждого из главных меридианов преломляющая сила остается постоянной, то такой астигматизм называют **правильным** (чаще при врожденных формах); при **неправильном астигма-**

**тизме** в разных точках меридиана преломляющая сила меняется (встречается при заболеваниях и травмах роговицы, а также при изменении формы и положения хрусталика).

**По степени астигматизм подразделяется на:**

- астигматизм слабой степени — до 3,0 Д;
- астигматизм средней степени — от 3,0 до 6,0 Д;
- астигматизм высокой степени — выше 6,0 Д.

**Виды астигматизма:**

• **Простой астигматизм** — один из главных меридианов имеет эмметропическую рефракцию (может быть миопический и гиперметропический).

• **Сложный астигматизм** — в обоих меридианах имеется один и тот же вид аномалии рефракции, но разная его степень (может быть миопический и гиперметропический).

• **Смешанный астигматизм** — клиническая рефракция в главных меридианах разноименна.

• **Прямой астигматизм** — наибольшей преломляющей силой обладает вертикальный меридиан.

• **Обратный астигматизм** — наибольшей преломляющей силой обладает горизонтальный меридиан.

• **Правильный астигматизм** — рефракция одинакова на протяжении всего меридиана.

• **Неправильный астигматизм** — рефракция различна на разных отрезках одного меридиана.

• Если положение главных меридианов астигматизма глаза отклонено от общепринятых (горизонтального и вертикального) более чем на 30°, говорят об **астигматизме с косыми осями**.

Также можно выделить *роговичный и хрусталиковый астигматизм*. Влияние роговичного астигматизма на зрение больше, чем хрусталикового, так как роговица обладает большей преломляющей способностью.

**Симптомами астигматизма**, помимо сниженного зрения, являются:

- размытое или искаженное изображение;
- низкая острота зрения как вблизи, так и вдали;
- дискомфорт;
- раздражение;
- быстрая утомляемость глаз.

Так как у людей с астигматизмом быстро утомляются глаза, необходимо ограничивать действия, которые могут привести к этому: не водить автомобиль ночью, не смотреть длительно телевизор, долго не работать за компьютером. Также некоторые ограничения касаются и просмотра фильмов в формате 3D. Такие фильмы состоят из ряда фильтров, позволяющих разделять поля зрения правого и левого глаза и иметь «разные изображения» от двух глаз. Это противоречит законам бинокулярного зрения, бла-

годаря которому мы можем ориентироваться в пространстве. Возможность смотреть фильмы в 3D при астигматизме зависит от вида, типа и степени астигматизма. Во время просмотра фильмов с эффектом 3D люди с астигматизмом могут испытывать дискомфортность зрения, головокружение, тошноту. Глубина восприятия зависит от того, как хорошо работает зрительная система. Поэтому в некоторых случаях астигматики не наблюдают эффект 3D при просмотре фильмов. Они видят или обычную не объемную картинку или размытое изображение.

При отсутствии коррекции астигматизма у детей развиваются амблиопия и нарушение формирования бинокулярного зрения. У взрослых некорригированный астигматизм часто осложняется хроническим упорным блефароконъюнктивитом.

## 12.2. Коррекция астигматизма

Коррекция астигматизма осуществляется очками, контактными линзами для постоянного ношения, а также хирургическими методами. Различные виды астигматизма, сопровождаемые снижением остроты зрения, считают показанием для назначения очковой коррекции. При этом необходимо определение сферического и цилиндрического компонента коррекции и оси цилиндра. Величину сферического компонента определяют согласно общим правилам назначения очков при миопии и гиперметропии. Астигматический компонент коррекции назначают по субъективной переносимости с тенденцией к максимальным значениям. Если при дополнительном исследовании рефракции в условиях циклоплегии определяют иные значения величины и положения оси цилиндра, следует назначить цилиндрический компонент меньшей оптической силы. Положение оси цилиндра, определяемое в условиях циклоплегии, считают оптимальным. Необходимо отметить, что раннее и своевременное назначение оптимальной очковой коррекции при различных видах астигматизма дает возможность достижения хорошей переносимости астигматических очков и их высокой эффективности. Оптимальным методом коррекции любого астигматизма являются контактные линзы, которые компенсируют и деформацию роговицы. Это способствует устранению аберраций (различная сила преломления лучей, проходящих через центральные и периферические отделы) оптической системы глаза, что приводит к четкому изображению предметов на сетчатке. При невозможности провести очковую коррекцию, непереносимости контактных линз возможна хирургическая и лазерная коррекция астигматизма.

**Анизометропия** — это различная клиническая рефракция обоих глаз. Незначительная разница в преломляющих свойствах глаз есть почти у всех людей. Однако если различие в преломлении превышает 2,0 Д, разница размеров изображения на сетчатке в разных глазах становится заметной и может нарушаться бинокулярное зрение. Степень анизометропии опреде-

ляет разница рефракции в двух глазах, выраженная в диоптриях. Например, при гиперметропии правого глаза в 4,0 Д, а левого в 3,0 Д степень анизометропии равна 1,0 Д. Если в правом глазу близорукость в 2,0 Д, а в левом гиперметропия в 1,0 Д, степень анизометропии равна 3,0 Д. Анизометропия является обычной причиной амблиопии. Неспособность к развитию центрального зрения одного глаза может привести к косоглазию. Очковая коррекция при анизометропии переносится хорошо при разнице рефракции не более 2,0 Д у взрослых и 6,0 Д у детей. Наиболее эффективным способом исправления зрения при анизометропии является контактная коррекция. Анизометропию можно также корригировать хирургическим путем.

**Анизейкония** — разный размер или форма изображения на сетчатке разных глаз. Нормальная величина анизейконии, обеспечивающая бинокулярное зрение, равна 5–6 %. Разница по преломляющей силе в 0,5 Д дает разницу в размерах изображений на сетчатке приблизительно в 1 %. У большинства взрослых людей разница до 2–3 Д не вызывает глазного дискомфорта. Анизейкония обнаруживается только при бинокулярном зрении. Многие пациенты, имеющие существенно разные рефракционные нарушения в разных глазах, не ощущают дискомфорта вследствие подавленности изображения в одном глазу. Все симптомы полностью исчезают при закрытии одного глаза (так бывает при всех нарушениях бинокулярного зрения). При чтении или наблюдении движущихся объектов пациенты иногда предпочитают пользоваться только одним глазом. Высокую степень анизейконии считают показанием для назначения изейконической очковой коррекции, которую осуществляют с помощью очков специальной конструкции. Изейконические очки предназначаются для выравнивания масштаба изображения на глазном дне. В изейконических очках применен принцип телескопических систем. Перед каждым глазом помещают две линзы — положительную и отрицательную. В одном случае ближе к глазу расположена положительная линза, в другом — отрицательная. В первом случае формируют прямую телескопическую систему, в другом — обратную. Таким образом можно добиться примерно равной величины воспринимаемых объектов.

## 13. ПРЕСБИОПИЯ

**Пресбиопия** — это состояние, характеризующееся снижением объема аккомодации, развивающееся с возрастом и сопровождающееся сдвигом ближайшей точки ясного зрения.

### 13.1. Патогенез

Согласно лентиккулярной теории, развившейся из представлений Н. Von Helmholtz (1856), С. Hess (1901) и А. Gullstrand (1912) об аккомодации,

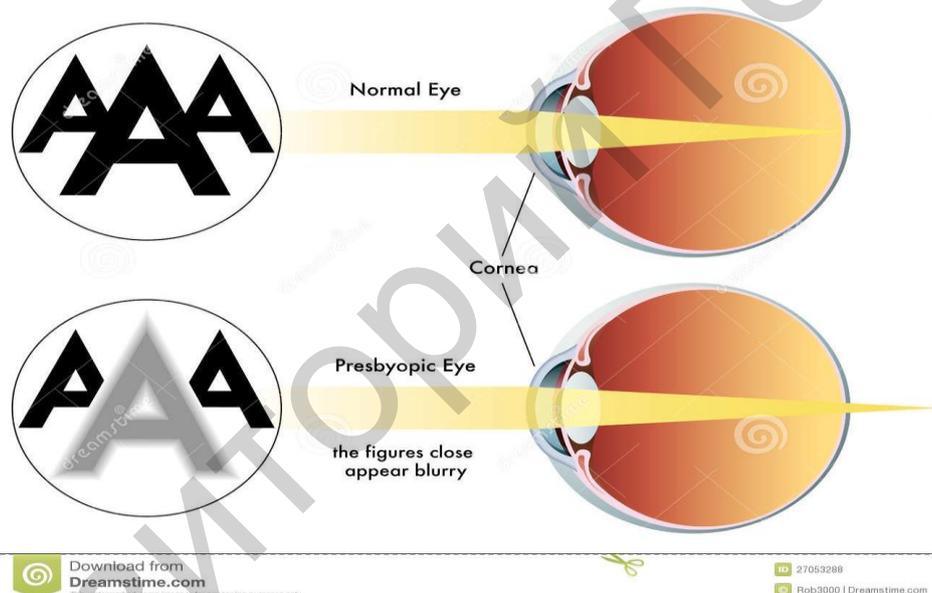
пресбиопию считают следствием уменьшения способности хрусталика менять свою форму, а изменения цилиарной мышцы не рассматривают как значимые.

В соответствии с экстраленткулярной теорией Duane (1925) и E. Fincham (1955), первичными в формировании пресбиопии являются фиброзные изменения в цилиарной мышце, ведущие к изменению баланса в аппарате подвешивания хрусталика, уменьшению диаметра поддерживающего кольца и снижению возможностей трансформации хрусталика.

Пресбиопия характеризуется нарастающими структурными преобразованиями переднего отрезка глаза в виде:

- повышения плотности хрусталика;
- увеличения толщины хрусталика;
- уменьшения глубины передней камеры;
- уменьшения диаметра зрачка.

Все это существенно изменяет условия формирования нормального ретинального изображения (рисунок 64).



**Рисунок 64 — Формирование ретинального изображения в норме и при пресбиопии**

Снижение аккомодационных способностей начинается еще с подросткового возраста. Однако обычно только к 38–43 годам оно достигает той степени, когда начинает вызывать затруднения при зрительной работе вблизи. Эти величины являются средними в популяции и могут отличаться у разных пациентов.

**Предрасположенность к развитию пресбиопии определяют следующие факторы:**

- возраст старше 40 лет;
- некорригированная гиперметропия, создающая дополнительную нагрузку на аккомодацию;

- повседневная работа, связанная с повышенными зрительными нагрузками вблизи;
- пол (женщины начинают испытывать проблемы при чтении раньше мужчин);
- заболевания (сахарный диабет, рассеянный склероз, сердечно-сосудистые заболевания, миастения, недостаточность кровообращения, анемия, грипп, корь);
- прием некоторых лекарственных препаратов (хлоропромазин, гидрoхлoртиазид, успокоительные и антигистаминные средства, антидепрессанты, антипсихотики, спазмолитики, диуретики);
- ятрогенные факторы (панретинальная фотокоагуляция, внутриглазная хирургия);
- проживание в регионах, близко расположенных к экватору (высокие температуры, интенсивное УФ-излучение).

### 13.2. Симптомы пресбиопии

Затуманенность зрения и неспособность различать мелкие детали на привычном расстоянии вблизи являются основными признаками пресбиопии. При этом четкость повышается при удалении предмета от глаз из-за связанного с пресбиопией увеличения расстояния от глаза до ближайшей точки ясного зрения, а также при усилении освещенности (рисунок 65). Усиление освещенности объекта вызывает сужение зрачка, а следовательно, и уменьшение светорассеяния, так как чем уже зрачок, тем меньше размеры кружка светорассеяния. Также могут возникать жалобы на замедление фокусировки при переводе взгляда с ближних объектов на дальние и обратно, дискомфортные ощущения, головные боли, астенопию, повышенную утомляемость, сонливость, косоглазие, двоение при зрительной работе вблизи. Причинами вышеописанных симптомов могут являться уменьшение амплитуды аккомодации, наличие экзотропии со снижением резервов фузии и вергенции, избыточное напряжение круговой мышцы глаз и мышц лба.

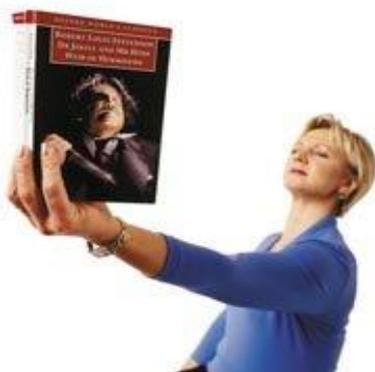


Рисунок 65 — Пациент с пресбиопией

Субъективные проявления пресбиопии развиваются тогда, когда ближайшая точка четкого зрения отдалается от глаза на 30–33 см, т. е. в среднем после 40 лет. Изменения аккомодации прогрессируют до 65 лет — приблизительно в этом возрасте ближайшая точка четкого видения отдалается на то же расстояние, где находится дальнейшая точка. Таким образом, аккомодация становится равна нулю. У людей с эмметропией первые признаки пресбиопии развиваются в возрасте 40–45 лет. Пресбиопия у гиперметропов проявляется, как правило, раньше — в возрасте 30–35 лет. При этом ухудшается не только зрение вблизи, но и вдаль. Таким образом, дальное зрение не только способствует раннему развитию пресбиопии, но и усиливает ее. У людей с близорукостью пресбиопия может остаться незамеченной. Так, при небольших степенях близорукости (1,0–2,0 Д) возрастная потеря аккомодации длительное время компенсируется, в связи с чем проявления пресбиопии развиваются позднее. Лица с миопией в 3,0–5,0 Д зачастую вообще не нуждаются в коррекции зрения вблизи: в этом случае им достаточно просто снять очки, в которых они смотрят вдаль.

### **13.3. Диагностика**

При диагностике пресбиопии учитываются возрастные характеристики, астенопические жалобы, а также данные объективного исследования.

#### **Для выявления и оценки пресбиопии производится:**

- проверка остроты зрения;
- определение рефракции (скиаскопия, компьютерная рефрактометрия) и объема аккомодации;
- определение ближайшей точки ясного видения для каждого глаза.

Дополнительно проводятся офтальмоскопия и биомикроскопия для исключения сопутствующей патологии глаз.

Величина необходимой коррекции плюсовой линзы для компенсации **аккомодационной слабости называется аддацией**.

### **13.4. Коррекция пресбиопии**

В настоящее время для коррекции пресбиопии применяется множество методов:

- коррекция с помощью очков либо контактных линз;
- лазерная коррекция зрения;
- имплантация различных типов линз;
- кондуктивная кератопластика;
- хирургические процедуры на склере (склеральные расширяющие бандажи, передняя цилиарная склеротомия, передняя лазерная экспансия).

#### **Коррекция с помощью очков и линз**

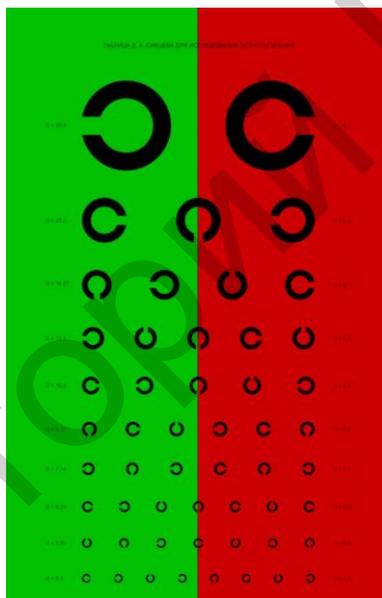
В основе коррекции пресбиопии лежит принцип устранения дефицита амплитуды аккомодации. Для оптической коррекции применяют положи-

тельные очковые линзы с учетом предварительной очковой коррекции для дали. При этом ориентируются на возрастные нормы. Цилиндрический компонент коррекции, как правило, остается без изменений. При назначении очков для коррекции пресбиопии учитывают их индивидуальную переносимость и зрительный комфорт при работе на близком расстоянии.

#### **Подбор очков или добавочных линз для близи**

В гнезда пробной оправы вставляют линзы, подобранные для дали, и добавляют для обоих глаз положительные сферические линзы. Пациент читает текст № 4 таблицы для определения остроты зрения вблизи, находящейся на расстоянии 33 см перед его глазами. Выбирают линзы, с которыми чтение текста наиболее удобно. Такой строго обоснованной методики, как при подборе линз для дали, для подбора очков для близи не существует. Есть несколько способов выбора оптимальной коррекции.

**Дуохромный тест** — выбирают линзы, дающие равную четкость знаков на красном и на зеленом фоне (на расстоянии 33 см) (рисунок 66).



**Рисунок 66 — Дуохромный тест**

Чаще всего назначаются монофокальные очки. Наиболее подходящими кандидатами для этого являются пациенты с эметропией, гиперметропией слабой степени, не требующей коррекции для дали. Для коррекции пресбиопии существуют бифокальные очки, с зоной для дали и зоной для близи, что позволяет использовать их постоянно. В настоящее время все большее распространение для коррекции пресбиопии получают прогрессивные очковые линзы с переменной оптической силой.

**Прогрессивная линза** — это линза с постепенным изменением кривизны ее поверхности сверху (зона для дали) вниз (зона для близи). Непрерывно изменяется и оптическая сила такой линзы.

Прогрессивная линза имеет три оптические зоны:

- ❖ зона для дали;
- ❖ зона зрения для близкого расстояния, обладает дополнительной оптической силой (так называемой аддидацией), обеспечивающей необходимую коррекцию для комфортного зрения вблизи;
- ❖ промежуточная зона или «коридор прогрессии».

Эти три зоны плавно переходят одна в другую и обеспечивают четкое зрение на различных расстояниях. Однако наличие зон различной оптической силы приводит к появлению искажений на периферии линзы, что ограничивает поле четкого зрения. Конструкции современных прогрессивных линз учитывают решение определенных задач. Например, созданы линзы со специальным дизайном для работы в офисе, обеспечивающие комфортное зрение на требуемых для офисного помещения расстояниях. Созданы прогрессивные линзы, оптимизированные для работы на компьютере или специально для чтения текстов, для занятий спортом (рисунок 67).



Рисунок 67 — Зоны зрения в различных линзах

**Противопоказания к назначению прогрессивных линз:**

**Абсолютные:**

- Патология макулярной области (центральные скотомы).
- Заболевания зрительного нерва (центральные скотомы).
- Заболевания ЦНС (гемианопсии).
- Глаукома 3–4 стадии с кольцевидной скотомой.
- Слабовидение (зрение лучше видящего глаза с коррекцией меньше 0,3).
- Зрелая катаракта обоих глаз.
- Косоглазие с одновременным зрением.

**Относительные:**

- Напряженная длительная точная работа вблизи (расстояние менее 40 см, применение оптических приборов).

- Длительное ношение бифокальных очков с аддидацией более 2,0 Д.
- Миопия слабой степени (1,0–3,0Д), при которой снимают очки при чтении).
- Заболевания сетчатки и зрительного нерва с наличием скотом в поле зрения.
- Анизометропия более 1,5–3,0 Д.
- Постоянный крупноразмашистый нистагм.
- Косоглазие.
- Патология позвоночника, щитовидной железы, сахарный диабет.

### **Коррекция с помощью контактных линз**

Для коррекции пресбиопии используются монофокальные и мультифокальные линзы. В первом случае может применяться принцип монозрения (monovision), когда рефракция одного глаза, обычно ведущего, корректируется для дали, а второго — для близи. Недостатком метода является некоторое снижение контрастной чувствительности, нарушение стереоскопичности зрения. По данным исследований, адаптироваться к монозрению способны 60–80 % пациентов. В последнее время чаще стали прибегать к использованию мультифокальных линз. Основными причинами отказа от контактной коррекции пресбиопии являются непереносимость конкретного материала или вида линз, появление «гало», бликов, особенно при плохом освещении, туманности вокруг объектов, снижение контрастной чувствительности.

### **Комбинация очков и контактных линз**

- Чаще всего она используется, когда с помощью контактных линз корректируется зрение вдаль, а очки надеваются при зрительной работе вблизи.
- Второй вариант — когда пациент в течение рабочего дня много читает или пишет. В этом случае ему подбираются контактные линзы, максимально повышающие зрение вблизи, а очки — вдаль.
- Тетий вариант — пациенту, пользующемуся контактной коррекцией, подобранной по принципу монозрения, подбираются очки с целью улучшения бинокулярного зрения для выполнения каких-либо специфических задач.

## **13.5. Хирургическое лечение пресбиопии**

### **Рефракционная хирургия**

В настоящее время быстрыми темпами развиваются различные методы рефракционной хирургии в коррекции пресбиопии. К ним относят LASIK или ФПК, с помощью которых создаются условия для формирования «монозрения» либо создание «мультифокальной» роговицы — PresbyLASIK (Supracor, Intracor и другие), имплантация роговичных инлаев, кондуктивная кератопластика (рисунок 68).

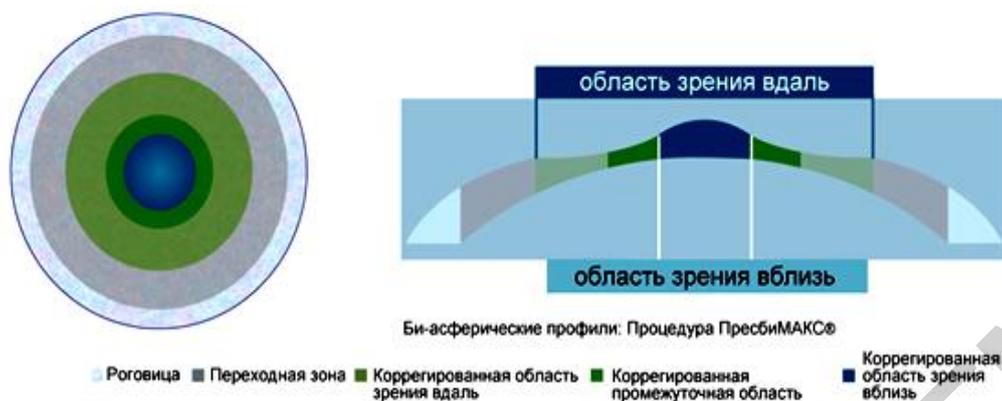


Рисунок 68 — PresbyLASIK

С помощью техники искусственного разобщения точек наилучшего зрения двух глаз возможно искусственным путем достичь анизометропии с целью создания монозрения, при которой изменяемая рефракция одного глаза позволяет лучше видеть вблизи, а второго – вдаль. Наиболее показан такой метод для пациентов, адаптировавшихся к этому до вмешательства с помощью контактных линз, т. к. созданные искусственно изменения в преломляющей силе роговицы, а также возможное возникновение впоследствии особенностей зрения, будут необратимыми. Также при согласии пациента возможно проведение лазерной коррекции зрения, после которой глаз приобретает миопическую рефракцию. Такая рефракция в дальнейшем не потребует коррекции для близи и незначительно снизит зрение вдаль. Побочные эффекты хирургии такие же, как и при обычной лазерной. В настоящее время наиболее распространены два метода создания «мультифокальной» роговицы: периферический и центральный PresbyLASIK. В первом варианте проводится абляция периферической части роговицы таким образом, что формируется отрицательная периферическая асферичность и, тем самым, увеличивается глубина фокуса. В результате центральная часть роговицы отвечает за зрение вдаль, а периферическая — за ближнее зрение. Этот вариант потенциально обратим и позволяет вернуться к монофокальной коррекции. Во втором варианте по принципу дифракционной мультифокальной ИОЛ в центре роговицы создается зона с большей кривизной для обеспечения зрительной работы вблизи, а в периферической ее части — для зрения вдаль. По данным исследователей, он дает большую независимость от ношения корректирующих очков и индуцирует меньшее количество аберраций в сравнении с первым методом. Кроме вышеперечисленных вариантов может проводиться персонализированный PresbyLASIK, учитывающий особенности рефракции пациента, а также PresbyLASIK с модифицированным монозрением, когда вмешательство проводится на одном глазу. Все вышеперечисленные методы рефракционной хирургии могут снижать остроту зрения вдаль, стереозрение, кон-

трастную чувствительность и общее качество зрения. В настоящее время широко распространена также имплантация мультифокальных, аккомодирующих ИОЛ, и монофокальных с созданием «монозрения». Метод имеет безусловные показания при наличии у пациента катаракты либо иной патологии хрусталика. Однако при отсутствии вышеуказанных заболеваний, а также на ранних стадиях пресбиопии целесообразность рефракционной лентэктомии или замены хрусталика с рефракционной целью весьма спорна. Еще одним из широко распространенных в настоящее время методов исправления пресбиопии является **имплантация роговичных инлаев** (от англ. Inlay — вкладка), представляющих собой кольцо с небольшим отверстием (апертурой) в центре. Их преимуществом является отсутствие необходимости в удалении тканей роговицы, возможность «докоррекции» в дальнейшем, комбинирования с Lasik и удаления при необходимости. Они улучшают остроту зрения без коррекции вблизи и на средних расстояниях без значимой ее потери для дали (рисунок 69). При этом не наблюдается ощутимо ухудшающих качество жизни зрительных симптомов. Долгосрочных последствий за все время применения установлено не было. Осложнения при имплантации минимальны, а сами инлаи можно при необходимости удалять. Описаны единичные случаи врастания эпителия под флеп, которые либо разрешились в дальнейшем, либо находились вне зрительной оси. Впоследствии они не вызывают значительных затруднений при осмотре сетчатки и при проведении хирургии катаракты. Наиболее частыми осложнениями имплантации инлаев являются блики, «гало», синдром «сухого» глаза и проблемы с ночным зрением.

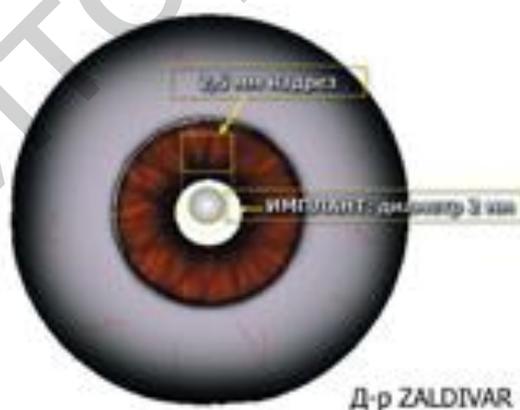


Рисунок 69 — Расположение пресбиопического инлая

**В настоящее время созданы три типа инлаев.** Одни из них изменяют рефракционный индекс роговицы по принципу бифокальной оптики — рефракционные оптические инлаи (refractive optician lays), другие изменяют кривизну роговицы, третьи за счет небольшой апертуры увеличивают глубину фокуса.

**Рефракционные оптические инлай** схожи по дизайну с мультифокальными контактными линзами или ИОЛ и представляют собой микролинзу с плоской центральной зоной для дали, вокруг которой имеются одно или более колец с различной аддитацией для зрения на средних и близких расстояниях. Имплантация проводится в не доминантный глаз.

В настоящее время из этой группы доступны **Flexivue Microlens®** и **Icolens®**. Первая представляет собой прозрачный гидрогелевый имплант с УФ-фильтром диаметром 3 мм. В центре имеется отверстие диаметром 0,15 мм для обеспечения циркуляции жидкости, вокруг которого располагаются плоская центральная зона и кольца с равномерно усиливающейся рефракцией от +1,25 до +3,5 Д с шагом 0,25 Д. Толщина его составляет 15–20 мкм в зависимости от зоны аддитации. Имплантируется данный инлай в роговичный карман на глубину 280–300 мкм.

• **Инлай, изменяющие форму роговицы** — изменяют кривизну передней поверхности роговицы, создавая за счет ремоделирования эпителия вокруг имплантированного кольца мультифокальный эффект и улучшая зрение вблизи и на средних расстояниях.

• **К инляям с малой апертурой относится Kamra®** — непрозрачное кольцо диаметром 3,8 мм с микроперфорациями для обеспечения движения питательных веществ в роговице, выполненное из поливинилхлорида, с апертурой диаметром 1,6 мм в центре и толщиной в 5 мкм. Имплантируется на глубину 200 мкм под предварительно сформированный с помощью фемто-лазера флеп. В основе функционирования его лежит принцип диафрагмирования — повышение глубины фокуса глаза путем блокирования несфокусированных световых лучей. Имплантация возможна у пациентов с эметропией как естественной, так и после лазерной коррекции, искусственной после имплантации монофокальной ИОЛ, может совмещаться с лазерной коррекцией.

### Кондуктивная кератопластика

**Кондуктивная кератопластика (КК)** — метод коррекции гиперметропии и пресбиопии с помощью контролируемой радиочастотной энергии (рисунок 70).

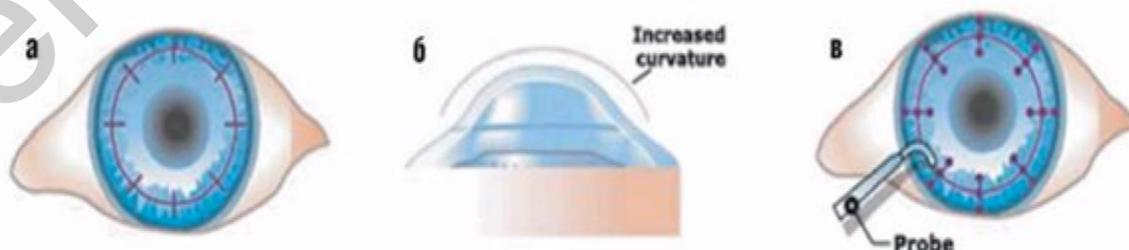


Рисунок 70 — Кондуктивная кератопластика

В его основе лежит воздействие на ткани периферической части роговицы радиочастотной энергией (350–400Гц) на глубину 500 мкм, вызывающей сжатие коллагена и, как следствие, увеличение кривизны центральной части роговицы. Оно осуществляется с помощью зонда на расстоянии 6,7 или 8 мм от оптического центра в 8, 16, 24 или 32 точках. Преимуществами данного метода в сравнении с широко распространенными LASIK и ФРК являются отсутствие воздействия лазера, необходимости в удалении или нарушении целостности тканей роговицы.

#### **Показания к проведению КК:**

- коррекция гиперметропии от 0,75 Д до 3,25 Д с астигматизмом до 0,75 Д или без него при разнице в манифестной и циклоплегической рефракции до 0,5 Д у пациентов старше 40 лет;
- искусственное создание монозрения у пациентов с пресбиопией на фоне гиперметропии от 1,0 Д до 2,25 Д или эметропии при стабильных показателях рефракции и разнице в манифестной и циклоплегической рефракции до 0,5 Д (временная «миопизация» на 1,0–2,0 Д недоминантного глаза для улучшения зрения вблизи);
- толщина роговицы не менее 560 мкм в зоне до 6 мм от ее центра;
- кривизна роговицы 41,0–44,0 Д;
- наличие бинокулярного зрения.

#### **Противопоказания к КК:**

- возраст младше 21 года;
- резкие изменения зрения или используемой оптической коррекции в течение последнего года;
- рецидивирующая эрозия роговицы, катаракта, герпесвирусный кератит, глаукома, сухой кератоконъюнктивит, толщина роговицы менее 560 мкм в оптической зоне;
- оперативное устранение косоглазия в анамнезе;
- сахарный диабет, аутоиммунные заболевания, болезни соединительной ткани, атопический синдром, беременность или ее планирование, грудное вскармливание, склонность к формированию келоидных рубцов;
- постоянный системный прием кортикостероидов или иной иммуносупрессивной терапии;
- наличие имплантированных пейсмейкеров, дефибрилляторов, кохлеарных имплантов.

**Осложнения КК** редки и включают в себя ощущение инородного тела и повышенную светочувствительность в первые дни после операции, регресс-эффект, асептический некроз роговицы, индуцированный астигматизм, рецидивирующую эрозию роговицы, двоение, фантомные изображения, кератиты.

## 14. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛИНИЧЕСКОЙ РЕФРАКЦИИ ГЛАЗА

В практической деятельности используются субъективные и объективные методы определения рефракции глаза.

**Субъективный метод** основан на показаниях исследуемого об изменениях остроты зрения при подборе корригирующих линз. Предварительно по обычным правилам определяют остроту зрения каждого глаза для дали. В пробную оправу перед исследуемым глазом первой всегда помещают слабую собирательную линзу  $+0,5$  Д и выясняют, как изменилось зрение. Если оно улучшилось, то речь идет о гиперметропии. При эметропии и миопии зрение должно ухудшиться, так как усиление рефракции в гиперметропическом глазу приблизит фокус к сетчатке, сделает эметропический глаз миопическим и еще более усилит миопию. Для определения степени гиперметропии под контролем остроты зрения постепенно меняют стекла, усиливая их с интервалом  $0,5-1,0$  Д. При этом высокой остроты зрения можно добиться с помощью нескольких стекол разной силы потому, что небольшая гиперметропия самокорректируется напряжением аккомодации. Степень гиперметропии характеризуется самым сильным собирающим стеклом, которое дает высокую остроту зрения. В случае ухудшения зрения после коррекции слабым собирательным стеклом предлагаются рассеивающие стекла. При эметропии в молодом возрасте ослабление рефракции, вызванное рассеивающим стеклом, корректируется напряжением аккомодации, в связи с чем острота зрения не ухудшается; при наличии пресбиопии в эметропическом глазу эти стекла снижают остроту зрения. При миопии рассеивающее стекло улучшает зрение. Для определения степени миопии постепенно увеличивают силу рассеивающих линз с интервалом  $0,5-1,0$  Д до того момента, когда будет достигнута наивысшая острота зрения. Степень миопии оценивается самым слабым вогнутым стеклом, дающим наилучшее зрение, так как при гиперкоррекции миопии в глазу появляется слабая гиперметропия, корригируемая напряжением аккомодации. Если с помощью сферических линз не удастся добиться полной остроты зрения, следует проверить, нет ли астигматизма. Для этой цели в пробную оправу устанавливают непрозрачный экран со щелью. В астигматичном глазу вращение щели заметно отражается на остроте зрения. Вращением устанавливают щель в меридиане наилучшего зрения. Затем, не снимая экран, определяют в данном меридиане рефракцию обычным субъективным методом. Отметив положение щели по градусной сетке очковой оправы, определяют положение одного из главных меридианов данного глаза, а сила стекла указывает его рефракцию. Затем щель экрана поворачивают на  $90^\circ$ , рефракцию второго меридиана определяют тем же способом. Результаты исследования записывают с указанием главных меридианов и их рефракции.

**Объективные методы** определения рефракции (скиаскопия, рефрактометрия и др.)

Скиаскопия, или теневая проба Кюнье, предложенная более 100 лет назад французским военным врачом Cuignet (1873), и до настоящего времени является самым распространенным способом объективного исследования рефракции в двух главных меридианах глаза. Термин «скиаскопия», или «теневая проба», происходит от греч. skia— тень, scopeo— осматриваю. В некоторых странах используется термин «ретиноскопия». Скиаскопия проводится в затемненной комнате. Источником света является матовая электрическая лампочка 60–80 Вт, которая помещается слева и несколько сзади от больного, чтобы его лицо оставалось неосвещенным. Врач садится на расстоянии 1 м и освещает глаз больного плоским зеркалом офтальмоскопа. так как это делают при исследовании глаза методом проходящего света. Если медленно поворачивать зеркало вокруг его вертикальной и горизонтальной оси, то световой рефлекс начнет как бы смещаться со зрачка и появляется тень, которая в редких случаях надвигается на зрачок с той же стороны, откуда движется зеркало, а в других — со стороны, противоположной движению зеркала. Если же глаз исследователя окажется в фокусе лучей, отраженных от дна глаза, тогда при движении зеркала никакой тени не будет (рисунок 71).

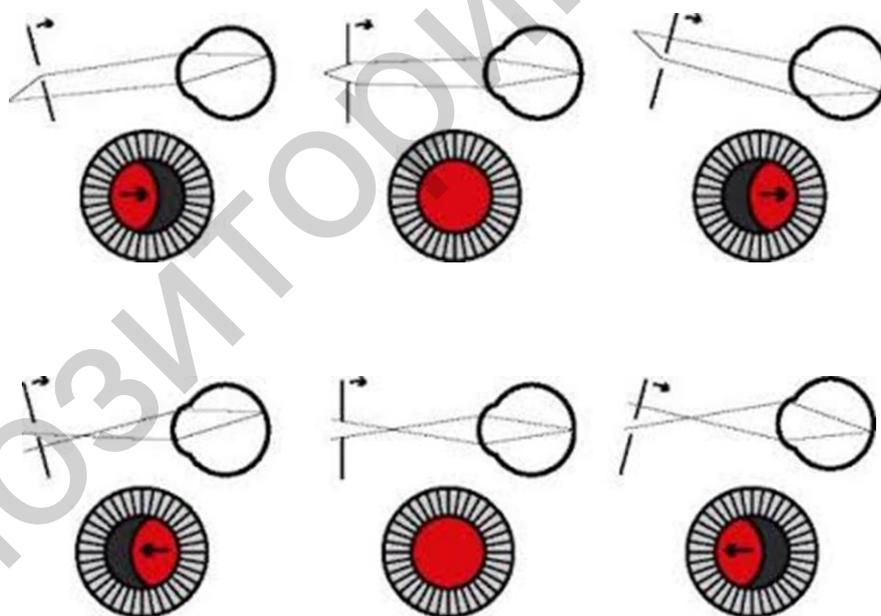


Рисунок 71 — Схема движения тени при скиаскопии

Направление движения тени по отношению к движению зеркала зависит от рефракции глаза, от расстояния, на котором производят исследование, и от зеркала, которым производят скиаскопию (т. е. плоское оно или вогнутое).

По направлению тени можно определить вид рефракции, а путем приставления оптических стекол, вставленных в скиаскопическую линейку — величину ее с точностью до 0,25–0,5 Д. Движение тени не наблюдается, если дальнейшая точка ясного зрения исследуемого глаза совпадает с зеркалом, т. е. глазом исследующего. Это бывает при миопии в 1,0 Д. При миопии более 1,0 Д тень будет двигаться в сторону, противоположную вращению зеркала. При гиперметропии, эмметропии и миопии меньше 1,0 Д тень перемещается в одноименном направлении.

При исследовании вогнутым зеркалом с этого же расстояния движение тени будет противоположно указанному. Приставляя к глазу скиаскопическую линейку с положительными или отрицательными линзами, подбираем стекло, с которым исчезает движение тени в зрачке. При расчете рефракции необходимо к стеклу, нейтрализующему тень при скиаскопии, прибавить (-) 1,0 Д. Например, если тень исчезла при приставлении к глазу исследуемого стекла +1,0 Д, то рассчитывая рефракцию (+1,0+/-1,0 Д = 0) устанавливаем, что у пациента эмметропическая рефракция (рисунок 72).



Рисунок 72 — Скиаскопические линейки и зеркальный офтальмоскоп

Если при скиаскопии тень исчезла при приставлении стекла +2,5 Д, то рефракция (+2,5 Д + (-1,0 Д) = +1,5 Д) будет гиперметропическая в 1,5 Д. Если тень двигалась в противоположную сторону и исчезла при вогнутой линзе в -3,5 Д, то рефракция (-3,5 Д + (-1,0 Д) = -4,5 Д) — миопическая в 4,5 Д. Следовательно, если скиаскопия производится с расстояния 1 м, то к силе вогнутой линзы, при которой исчезает тень, надо прибавить, а от силы выпуклой линзы — надо отнять 1,0 Д. В общем виде эти вычисления производят по формуле:

$$P = C - 1/D,$$

где P — рефракция исследуемого глаза в Д (миопия со знаком «-», гиперметропия со знаком «+»); C — рефракция нейтрализующей линзы, Д; D — расстояние, с которого производится исследование, м. Скиаскопия у детей производится обязательно в условиях циклоплегии.

Для проведения рефрактометрии используют визуальные рефрактометры. Метод позволяет достаточно точно определить рефракцию, степень астигматизма и направление главных меридианов (однако визуальные рефрактометры почти всегда дают значительный сдвиг рефракции в сторону миопии). Однако наиболее точные и повторяемые результаты в определении степени астигматизма и направления его главных меридианов дают автоматические рефрактометры. Результаты автоматической рефрактометрии выдаются на экране прибора и в виде распечатки в привычной для офтальмолога записи «сфера — цилиндр — ось».

В качестве вспомогательного средства для исследования астигматизма можно использовать офтальмометр — прибор, позволяющий определить направление и преломляющую силу роговицы в двух главных меридианах, а следовательно и роговичный астигматизм.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Аветисов, Э. С.* Близорукость / Э. С. Аветисов. — М.: Медицина, 1999. — 287 с.
2. *Аветисов, Э. С.* Оптическая коррекция зрения / Э. С. Аветисов, Ю. З. Розенблюм. — М.: Медицина, 1981. — 431 с.
3. Аккомодация: Руководство для врачей / под ред. Л. А. Катаргиной. — М.: Апрель, 2012. — 136 с.
4. *Ананин, В. Ф.* Механизм близорукости / В. Ф. Ананин. — М.: Биомединформ, 1996. — С. 7–15.
5. *Ананин, В. Ф.* Аккомодация и близорукость / В. Ф. Ананин. — М.: Биомединформ, 1992. — 113 с.
6. *Балашевич, Л. И.* Рефракционная хирургия / Л. И. Балашевич. — СПб.: СПбМАПО, 2002. — 288 с.
7. *Балашевич, Л. И.* Хирургическая коррекция аномалий рефракции и аккомодации / Л. И. Балашевич. — СПб.: СПбМАПО, 2009. — 296 с.
8. *Дашевский, А. И.* Близорукость / А. И. Дашевский. — М.: Медицина, 1963. — 56 с.
9. *Кузнецова, М. В.* Причины развития близорукости и ее лечение / М. В. Кузнецова. — М.: МЕДпресс-информ, 2005. — 176 с.
10. *Лещенко, И. А.* Практическое руководство по подбору мягких контактных линз / И. А. Лещенко. — СПб.: РА «Веко». — 2010. — 224 с.
11. *Радзиховский, Б. Л.* Близорукость / Б. Л. Радзиховский. — Ленинград: Медгиз, 1963. — 180 с.
12. *Радзиховский, Б. Л.* Старческая дальнозоркость / Б. Л. Радзиховский. — Л.: Медицина, 1965. — 159 с.
13. *Розенблюм, Ю. З.* Оптометрия / Ю. З. Розенблюм. — СПб.: Гиппократ, 1996. — 272 с.
14. *Страхов, В. В.* Проблемы аккомодации глаза / В. В. Страхов. — Ярославль: Медиздат, 2004. — 92 с.
15. *Ciuffreda, K. J.* Presbyopia and the vergence system / K. J. Ciuffreda, P. Thiagarajan // Presbyopia: Origins, effects, and treatment / Ed. by I. G. Palikaris. — Thorofare (NJ): SLACK; 2012. — P. 103–9.
16. *Holladay, J. T.* Quality of vision: essential optics for the cataract and refractive surgeon / J. T. Holladay. — Thorofare: SLACK incorp., 2009. — 134p.

**Учебное издание**

**Дравица Людмила Владимировна**  
**Конопляник Елена Владимировна**  
**Ларионова Ольга Валерьевна** и др.

**АНОМАЛИИ РЕФРАКЦИИ**

**Учебно-методическое пособие**  
**для студентов 4–6 курсов всех факультетов медицинских вузов,**  
**врачей-интернов, клинических ординаторов, врачей-офтальмологов**

Редактор *Т. М. Кожемякина*  
Компьютерная верстка *Ж. И. Цырыкова*

Подписано в печать 01.11.2017.  
Формат 60×84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная 80 г/м<sup>2</sup>. Гарнитура «Гаймс».  
Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 6,61. Тираж 400 экз. Заказ № 519.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/46 от 03.10.2013.  
Ул. Ланге, 5, 246000, Гомель