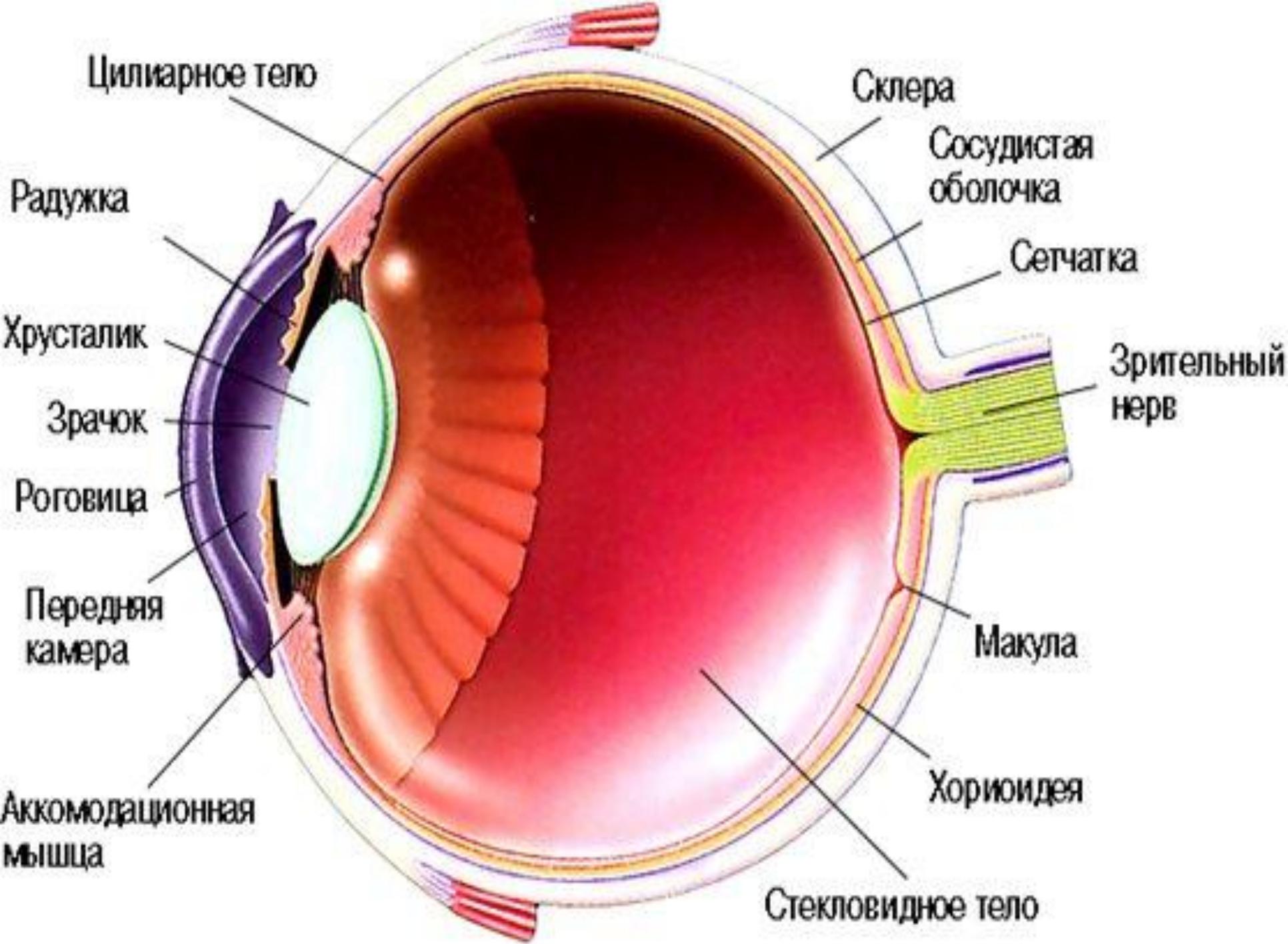




# Оптическая система глаза. Лазерная коррекция зрения

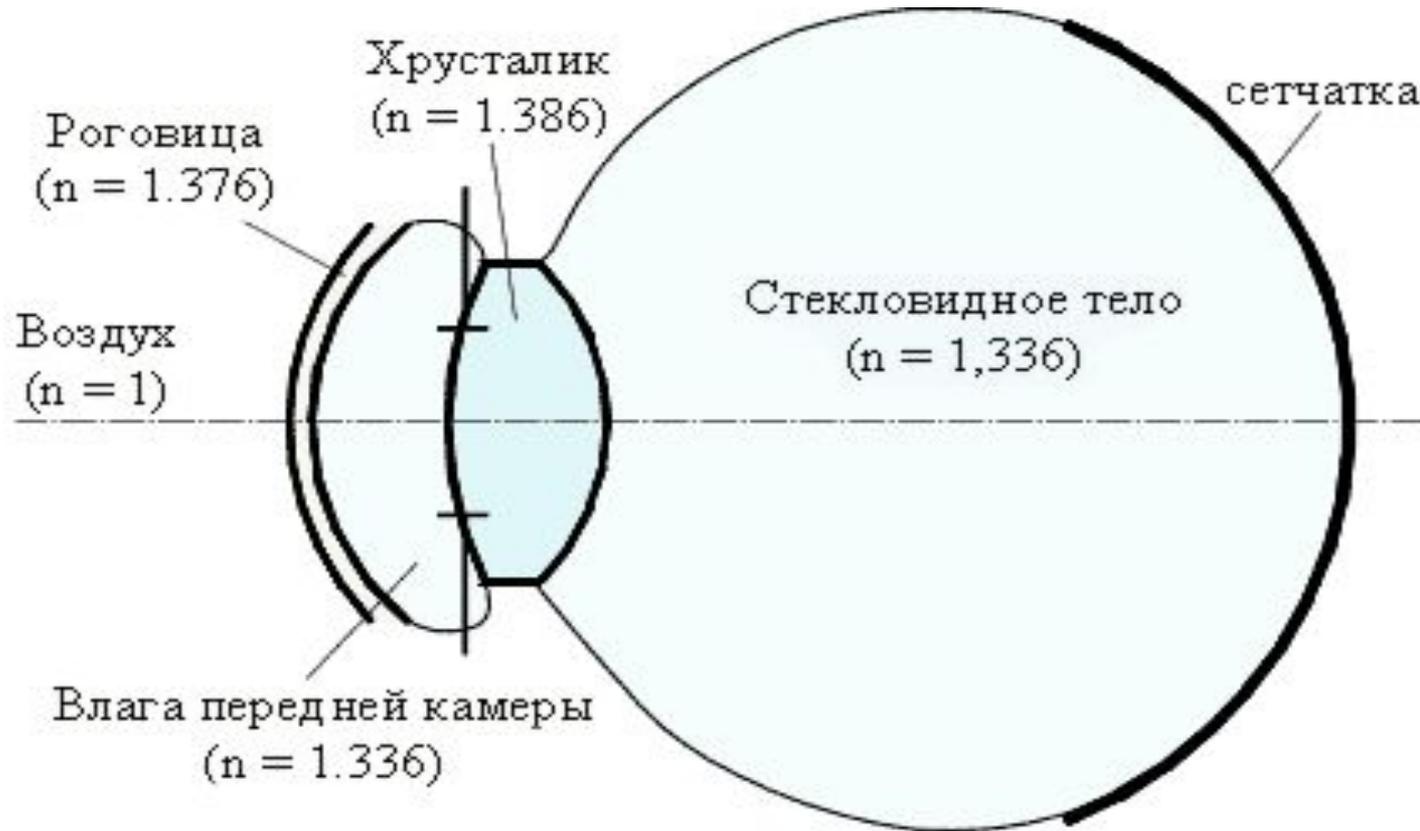


# Оптическая система глаза

Компоненты оптической системы глаза:

1. Роговица
2. Влага камер глаза.
3. Хрусталик
4. Стекловидное тело

## Коэффициенты преломления компонентов оптической системы

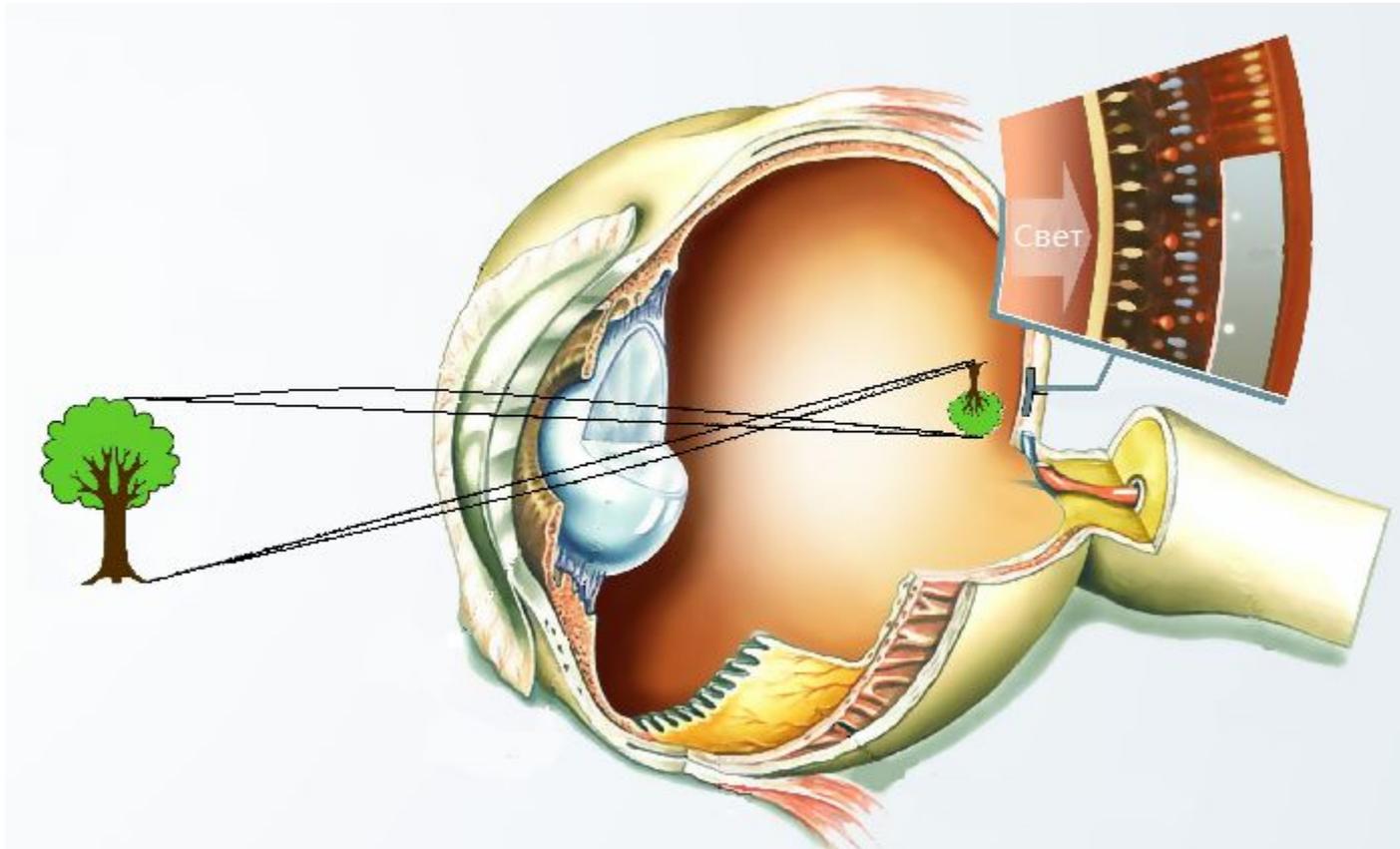


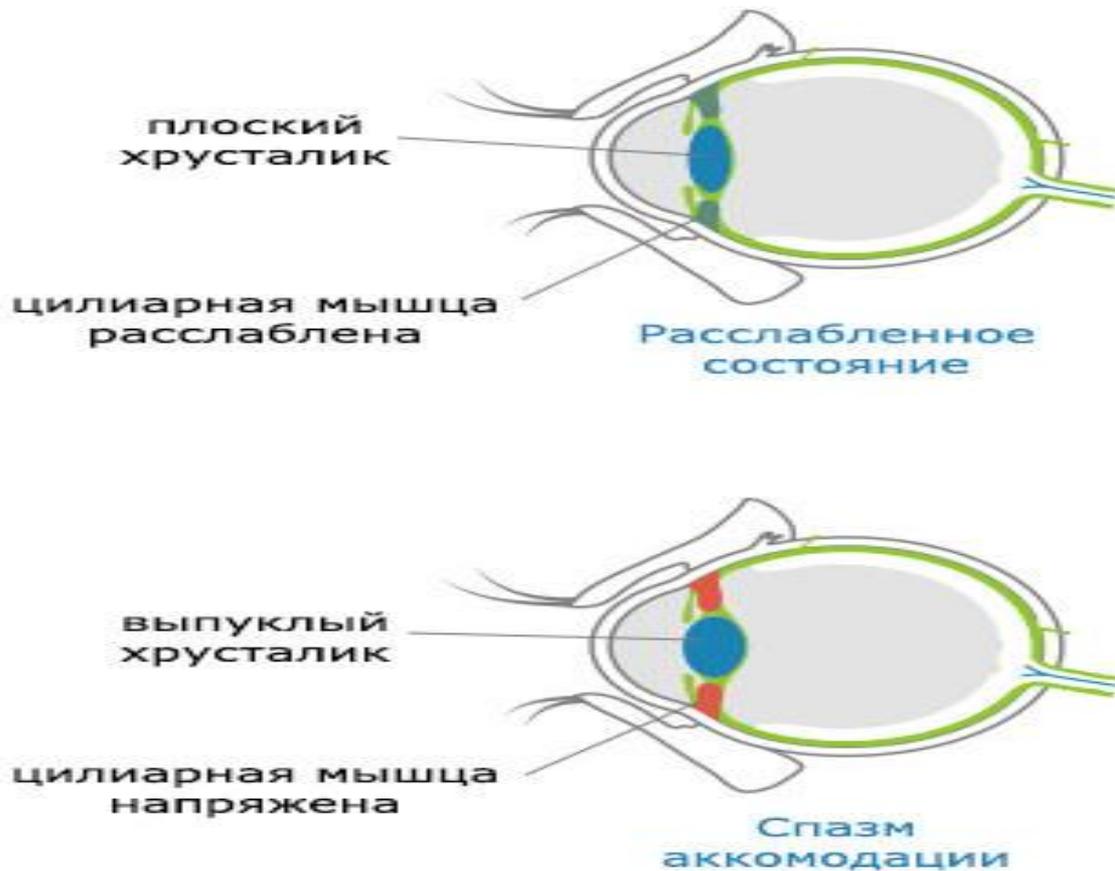
Для обозначения силы преломления используется единица измерения –Диоптрия  
1 диоптрия равна обратному фокусному расстоянию.  $D=1/F$

**Рефракция глаза** – процесс преломления световых лучей, преобразование, уменьшение и фокусирование объекта на сетчатке глаза в перевернутом виде.

На рефракцию влияют:

1. Сила преломления (кривизна) хрусталика и роговицы. ( $N=60D$ )
2. Длина оси глаза ( $N=22.22$ )





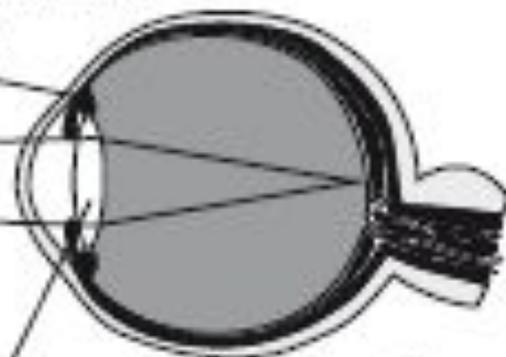
**Аккомодация**— это способность глаза приспособливаться к четкому различению предметов, расположенных на разных расстояниях от глаза. Перемещает точку фокуса на сетчатку при видении объектов ближе чем оптическая бесконечность(6m).

Предмет расположен далеко

**А**

Цилиарная мышца  
расслаблена

Хрусталик уплощен



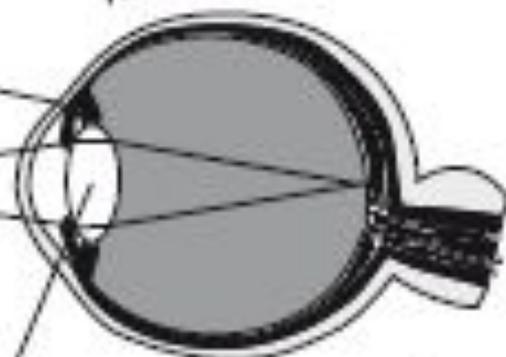
Изображение  
сфокусировано  
на сетчатке

Предмет расположен близко

**Б**

Цилиарная мышца  
сокращена

Хрусталик стал  
более выпуклым



Изображение  
вновь  
сфокусировано  
на сетчатке

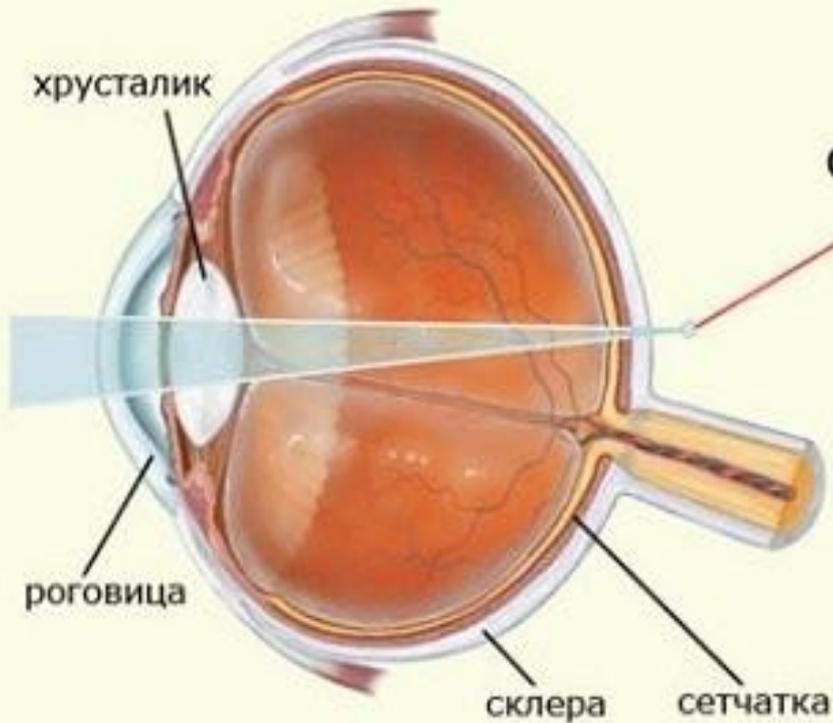
# Нарушения рефракций

## Изменения глаза при близорукости



- **Близорукость или миопия** - изображение падает не на сетчатку глаза, а перед ней из-за того, что преломляющая система обладает увеличенной оптической силой или из-за того, что оптическая ось длиннее нормы.

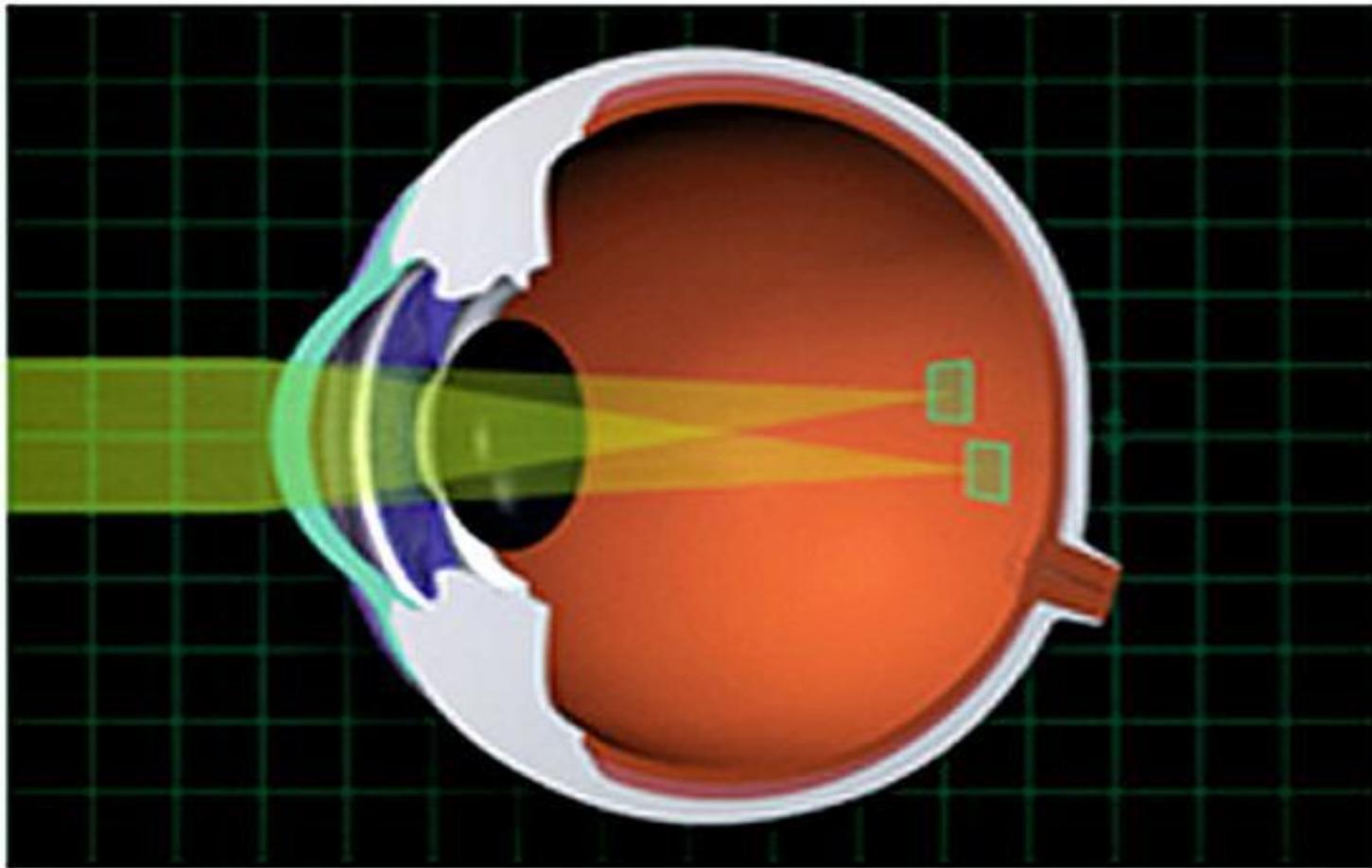
## Зрение при дальнозоркости



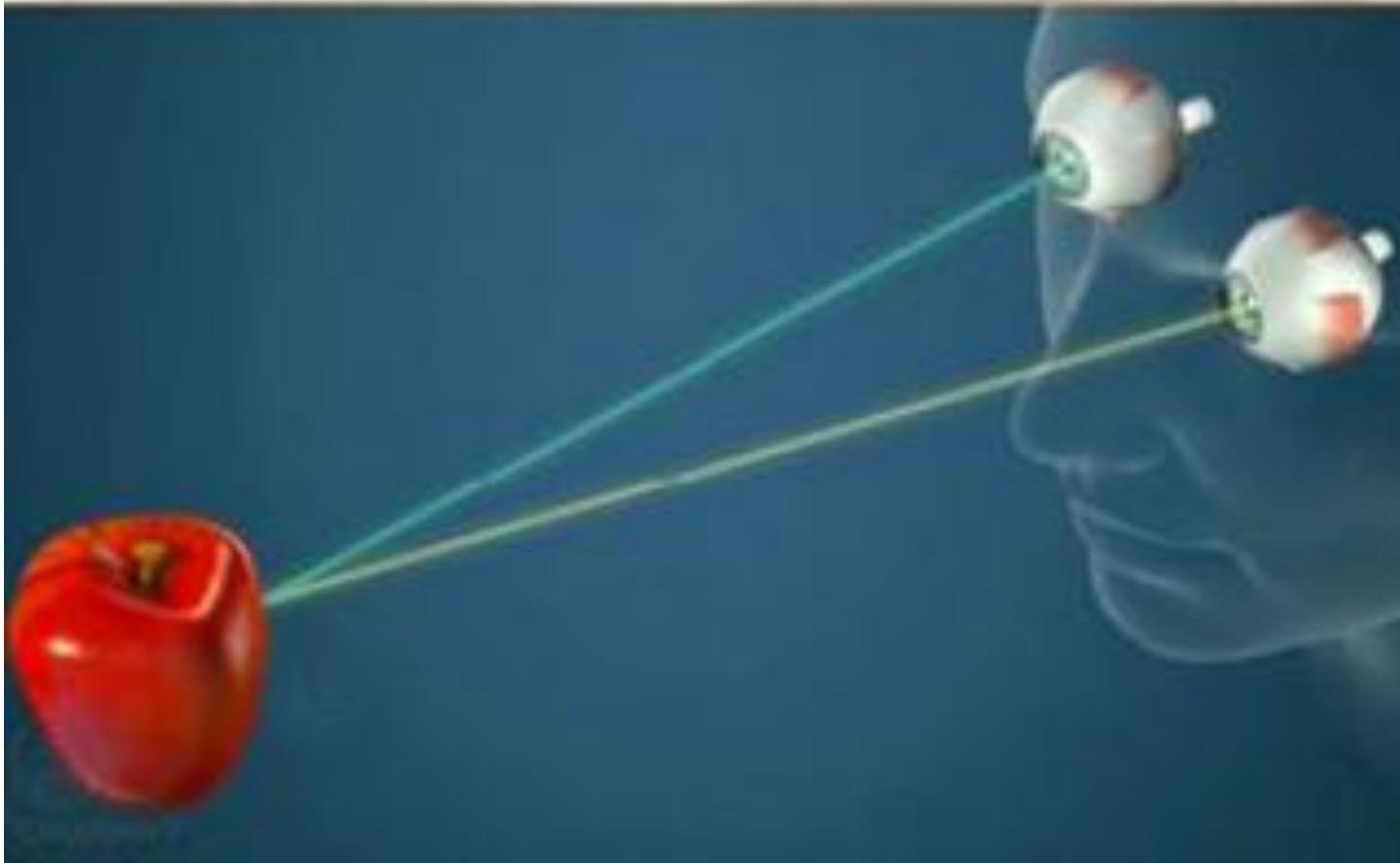
## Нормальное зрение



- **Дальнозоркость (гиперметропия)** - изображение предмета формируется не на сетчатке, а за ней, из-за того, что преломляющая система не обладает достаточной оптической силой или из-за низкой длины оптической оси.



- **Астигматизм** - частая причина низкого зрения, которая возникает из-за неправильной формы роговицы. Часто сопровождается близорукостью или дальнозоркостью.



**Бинокулярное зрение** – это зрение двумя глазами с формированием единого зрительного образа, получаемого от слияния изображений обоих глаз в одно целое.



- **Контактные линзы** – вид оптики, который может служить как для терапевтических, так и для декоративных целей.

Классификация:

1. По материалу:

- Мягкие силикон гидрогелевые - плотно облегают глаза обладают небольшой толщиной. Эластичные изделия, которые не требуют длительной адаптации.
- Мягкие гидрогелевые – в составе нет силикона, но тоже обладают высокими характеристиками эластичности и газопроницаемости.
- Жесткие газопроницаемые- обеспечивают доступ кислорода к роговице, что предотвращает ее пересыхание и раздражение.
- Жесткие газонепроницаемые – оптика самого первого поколения, и в данный момент не употребляются.

2. По диаметру:

- Склеральные – опираются на склеру. Имеют большой диаметр по сравнению с другими стандартными изделиями.(от 14 до 24 мм)
- Роговичные – диаметр от 8,5 до 10,5 мм опираются на роговую оболочку.
- Корнеосклеральные – опираются одновременно на склеру и на роговицу(13-15 мм)

3. По назначению:

- Оптические модели – вспомогательная оптика, подходит для ношения близоруким и дальнозорким людям.
- Терапевтические линзы – оказывает лечебный эффект, используется после травм глаза и после операционных вмешательств(опираясь на роговицу предотвращает ее контакт с внутренней поверхностью век при морганиях). В некоторые модели могут добавляться медикаментозные препараты.

- -Косметические – это оптика которая обычно не имеет диоптрической силы. Используются для изменения цвета глаз.
- -Оттеночные – также используются для изменения цвета глаз.
- -Карнавальные – линзы с разными рисунками. Носить их дольше 3-4 часов не рекомендуется, так как они перекрывают часть зрачка, за счет чего сужается поле зрения. Особенно вредны в ночное время, когда зрачок расширяется.

#### 4. По форме и дизайну:

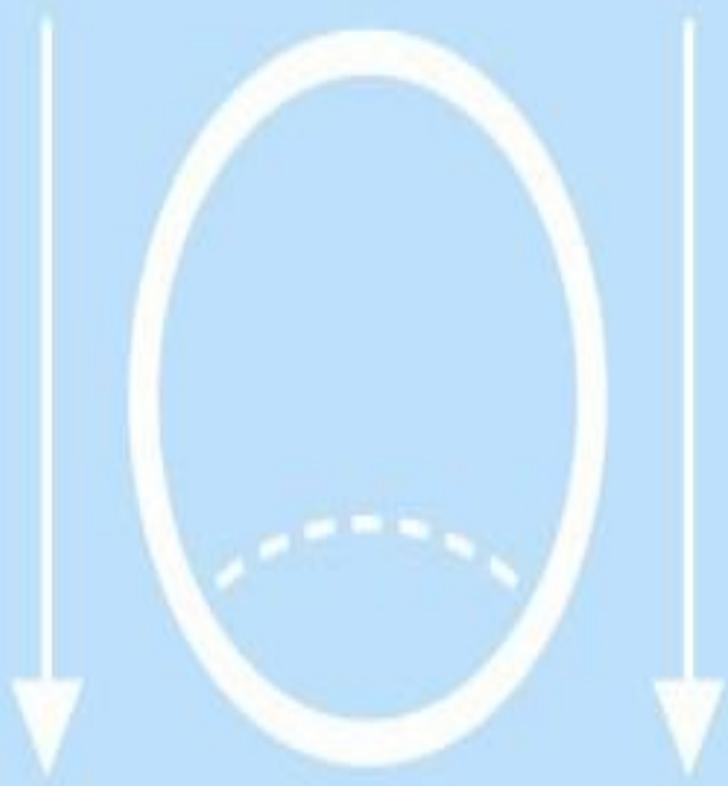
- Сферические – вид оптики с одним радиусом по всей поверхности. Используется для лечения дефектов рефракций (близорукости и дальнозоркости)
- Торические – линзы особой конструкции. Они более толстые чем сферические изделия, благодаря чему оказывают воздействие на роговую оболочку, что позволяет корректировать астигматизм.
- Мультифокальные – это оптика с несколькими оптическими зонами. В основном назначаются пациентам, которые страдают старческой дальнозоркостью.

#### 5. По режиму ношения:

- CW(continuous wear)- эту модель можно не снимая носить месяц, а сон в такой оптика не доставляет дискомфорта.
- EW(extended wear) – изделия рассчитаны на непрерывное ношения на протяжении 6-7 дней.
- FW(flexible wear) – оптика носится непрерывном режиме не дольше двух суток.
- DW(daily wear) - ношение линз только в течении дня, сон в них противопоказан.



**SPHERICAL**



**TORIC**







Amethyst



Blue



Gray



Green



Pure Hazel



Tru Sapphire



Turquoise



Brown



Honey

# Анатомия роговицы

1. Эпителий (многослойный, чешуйчатый и неороговевающий)
2. Мембрана Боумена (бесклеточный поверхностный слой стромы)
3. Строма (90% всей толщины роговицы, коллагеновые волокна)
4. Десцеметова мембрана (сеть тонких коллагеновых волокон)
5. Эндотелий (гексагональные клетки)

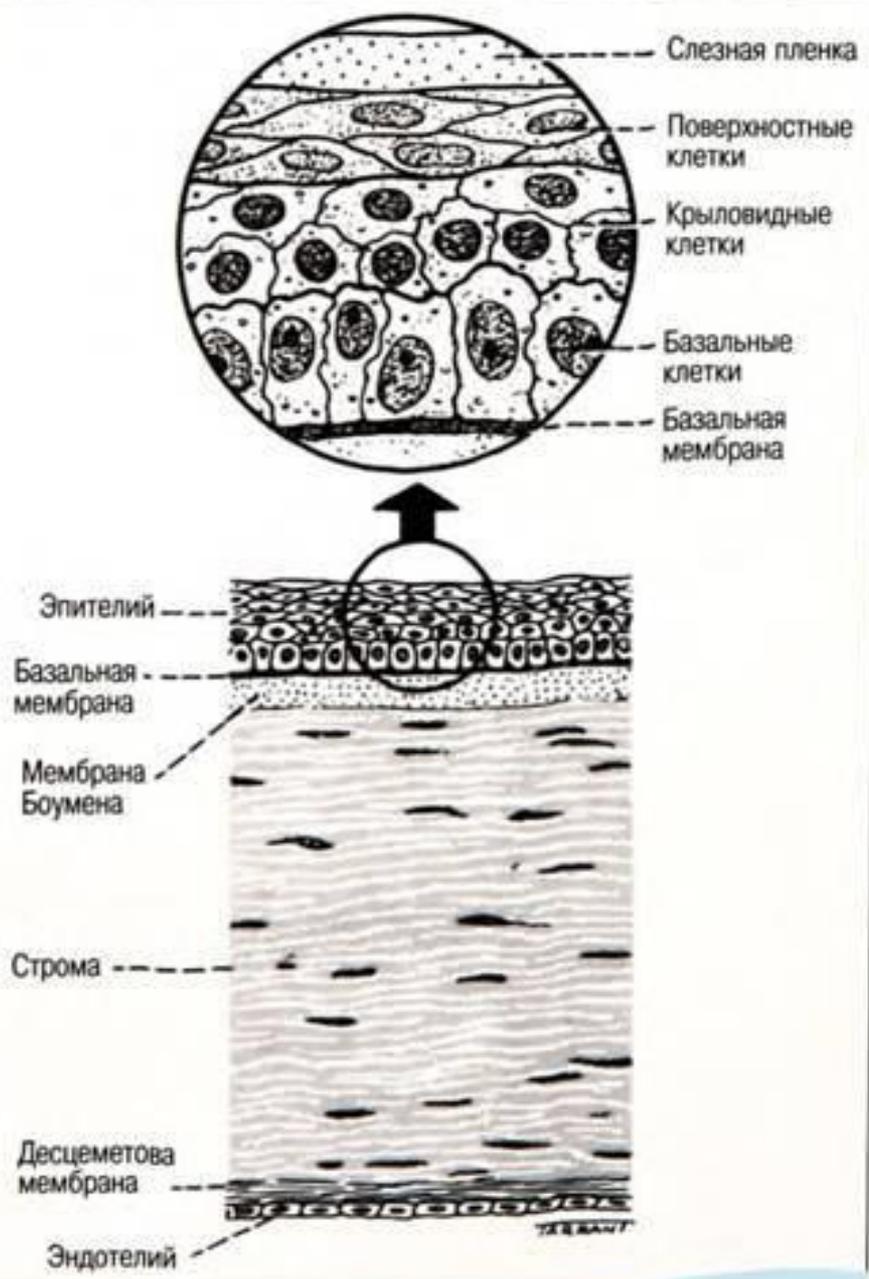
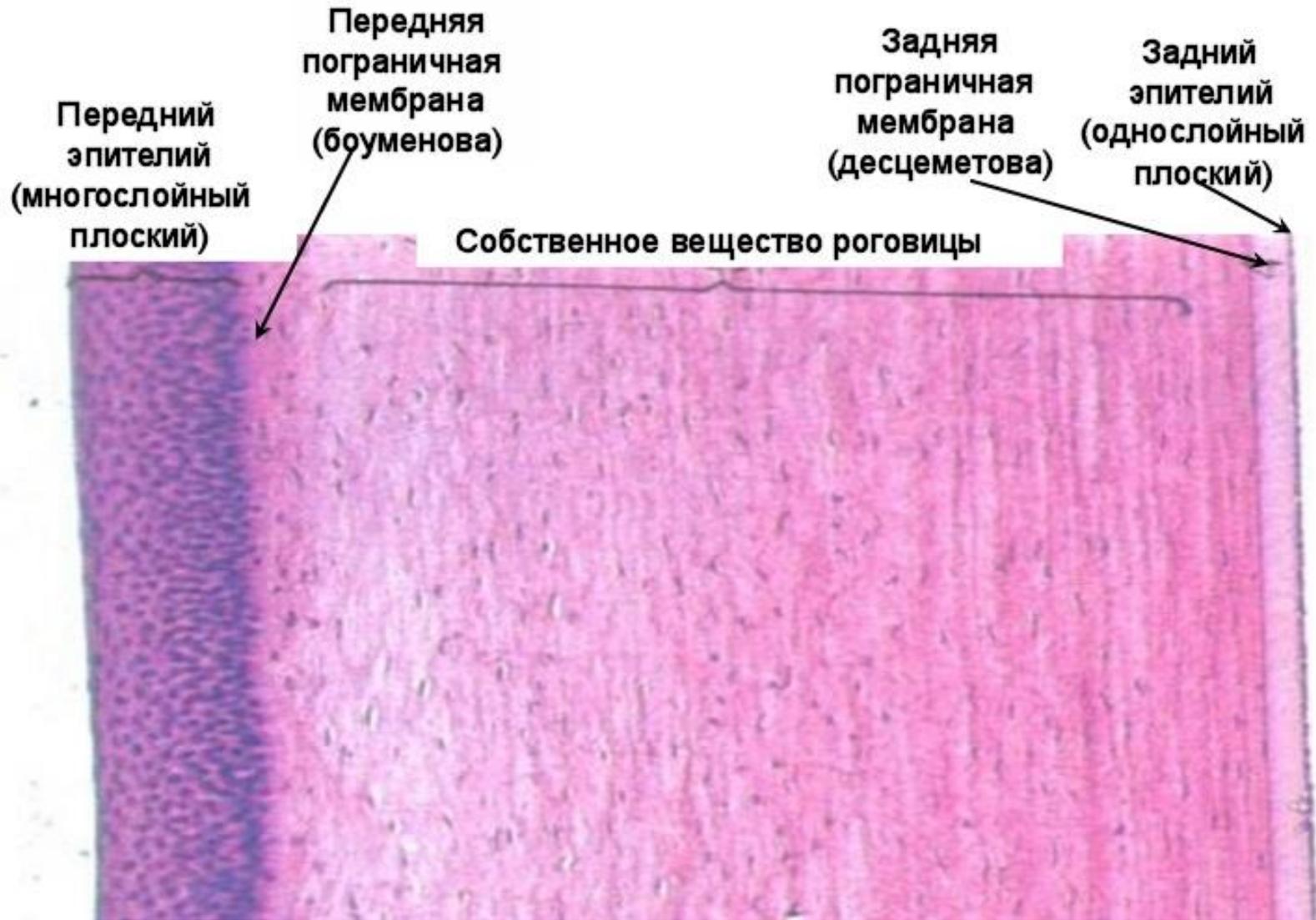


Рис. 5.1

# Роговица глаза



# Роговица- бессосудистая ткань

Питание за счёт:

- Влаги передней камеры глаза, слезной жидкости;
- Густого перилимбального кровеносного сплетения: тонкие капилляры проникают в вещество роговицы на глубину до 1 мм, затем переходят в мелкие венулы и вновь возвращаются в область лимба. Краевая тончайшая сосудистая сеть, питающая роговицу, располагается поверхностно в эписклере и широко анастомозирует с тончайшей сосудистой сетью конъюнктивы.

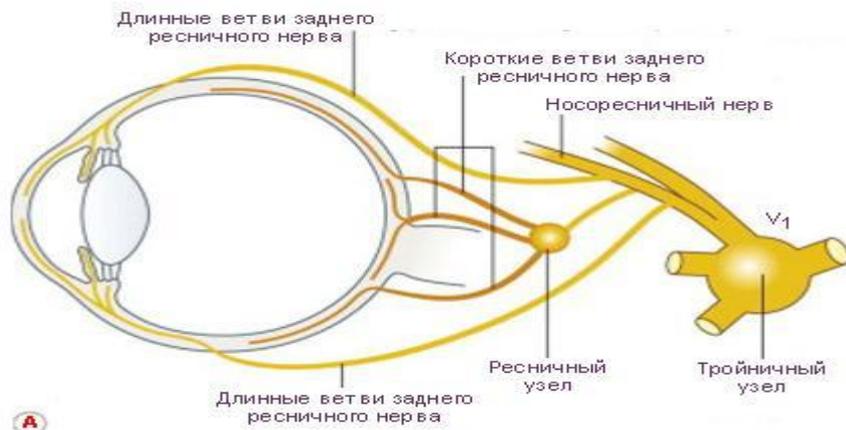
# ИННЕРВАЦИЯ РОГОВИЦЫ

*Чувствительная иннервация* роговицы осуществляется тройничным нервом. От первой ветви тройничного нерва (n. ophthalmicus) отходят 2 длинных цилиарных нерва, которые прободают склеру в области зрительного нерва вместе с короткими цилиарными нервами (из цилиарного ганглия) и направляются в супрахориоидальном пространстве к переднему отделу глаза. В 2-4 мм от лимба длинные цилиарные нервы входят в склеру, теряют миелиновую оболочку, делятся дихотомически, проникают в роговицу. Количество нервных окончаний особенно велико в поверхностных слоях, что обуславливает высокую чувствительность роговицы. Наименьшее число нервных окончаний в эндотелии.

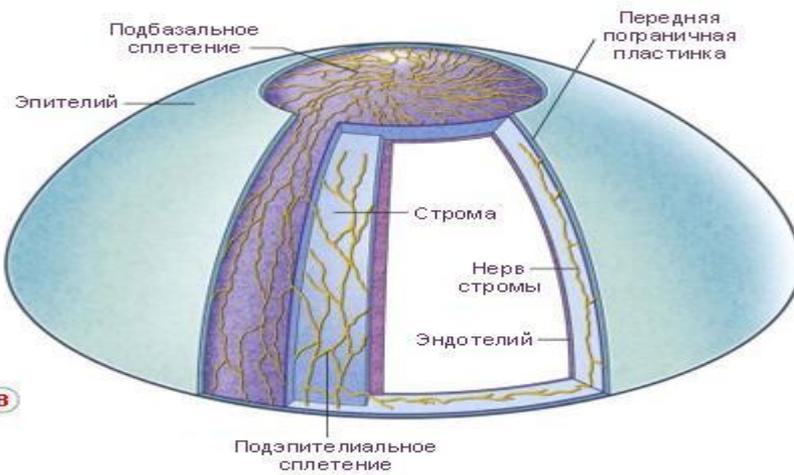
В первые месяцы жизни ребенка роговица малочувствительна вследствие еще не закончившегося развития черепно-мозговых нервов.

*Трофическая иннервация* роговицы обеспечивается трофическими нервами, которые имеются в составе тройничного и лицевого нервов. В регуляции процессов обмена роговицы принимает участие и симпатическая нервная система.

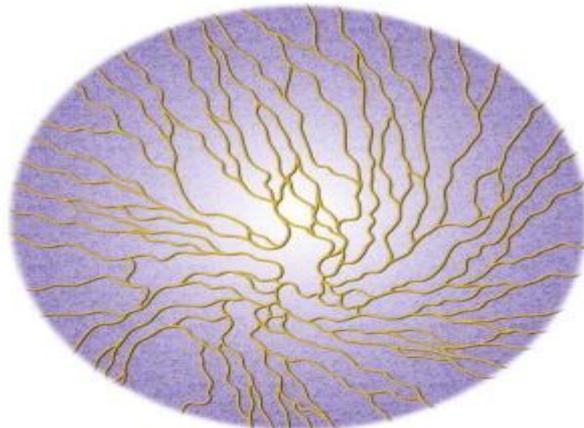
В роговице насчитывается около 80 различных нервных волокон.



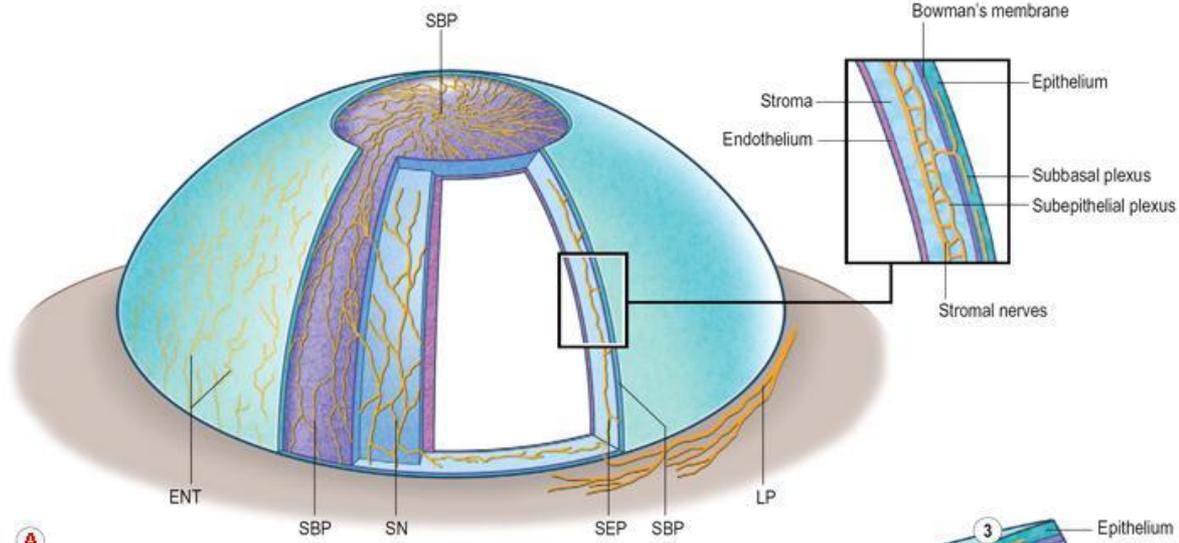
А



В

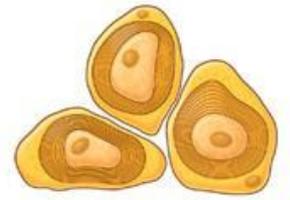


С



**A**

1 Myelinated nerve fiber bundle

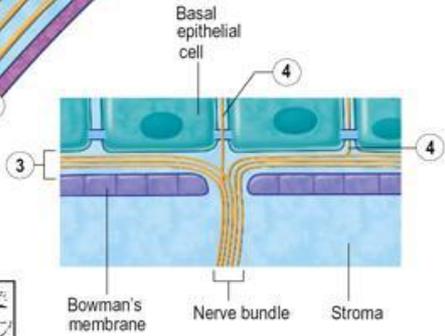
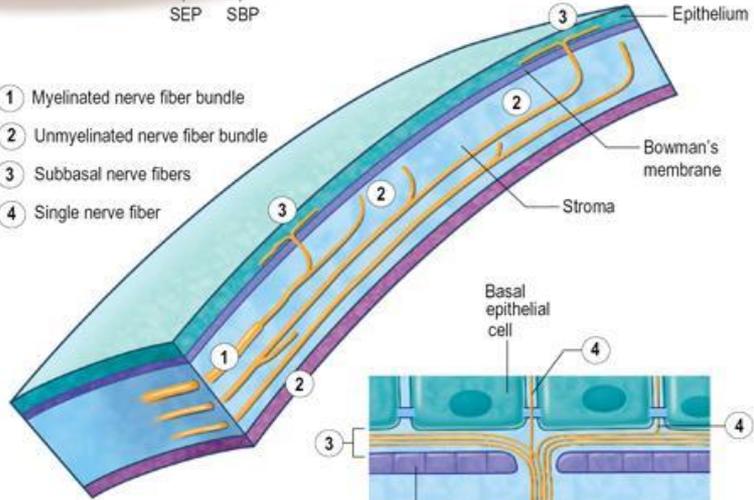


2 Unmyelinated nerve fiber bundle

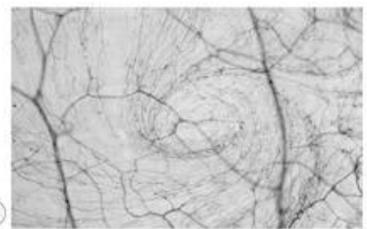


**B**

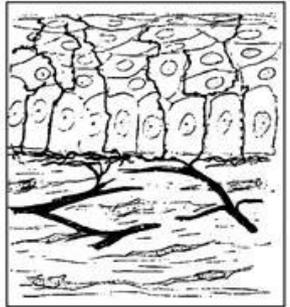
- 1 Myelinated nerve fiber bundle
- 2 Unmyelinated nerve fiber bundle
- 3 Subbasal nerve fibers
- 4 Single nerve fiber



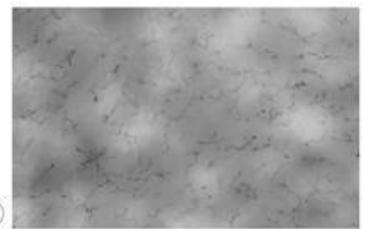
**C**



**D**



**E**



# Предоперационное исследование

## Памятка пациенту:

- ❖ Не стоит приезжать за рулем
- ❖ Не планируйте обследование накануне важных дат
- ❖ Время действия лекарств
- ❖ Снимите контактные линзы!
- ❖ Принесите имеющийся офтальмологический архив

# Опрос

Сбор анамнеза, обычно, состоит из стандартных вопросов. Потрудитесь отвечать на них как можно более развернуто. И пусть врач думает о вас, как о несносном болтуне. Не беда. Поставьте его также в известность о перенесенных серьезных заболеваниях, которые на ваш взгляд, отношения к глазу не имели. Это может оказаться важным.



# Аппаратное обследование

Схемы аппаратных обследований в разных клиниках сильно разнятся. И все же, как правило, применяются следующие методы в разной последовательности.

## 1. Авторефрактометрия

Исследование проводят с помощью авторефрактометра. Данный прибор видели все при посещении окулиста. Одним нажатием кнопки он выдает все имеющиеся у пациента «плюсы» или «минусы».



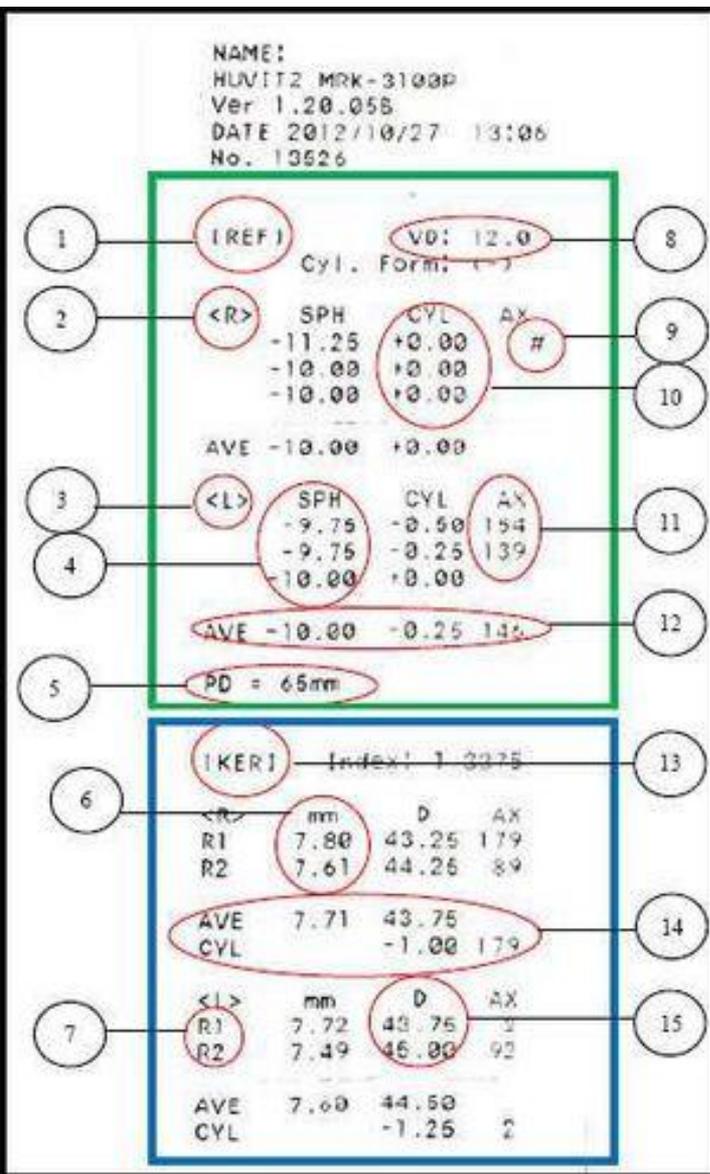


Изображение, которое  
видит пациент



Распечатка данных

## Авторефрактометр

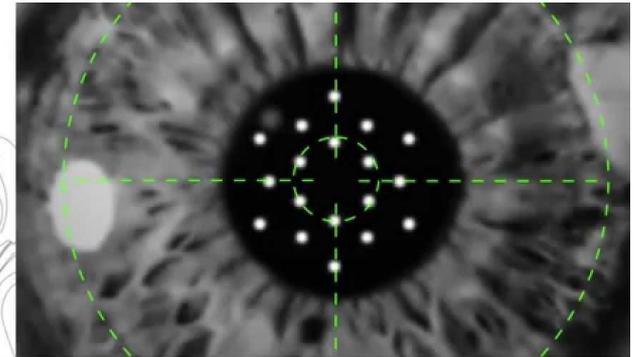


Ref - результаты рефрактометрии. 2) R – правый глаз. 3) L - левый глаз. 4) Sph - оптическая сила сферической линзы, соответствующая рефракции глаза в одном из двух главных меридианов глаза. 5) PD – межзрачковое расстояние. 6) Результаты измерения радиуса кривизны роговицы в максимальном и минимальном её меридианах, выраженные в миллиметрах. 7) R1 и R2 – результаты измерений в максимальном и минимальном меридианах роговицы. 8) VD – вертексная дистанция. 9) # - данные, достоверность которых сомнительна. 10) Cyl – оптическая сила цилиндрической линзы, добавление которой к сферической линзе с оптической силой, соответствующей одному из двух главных меридианов данного глаза (см. п. 4), отображает рефракцию глаза в другом главном меридиане. Обычно в настройках авторефрактометров предустановлены отрицательные (минусовые) цилиндры. Величина цилиндра всегда указывает на разницу в преломлении двух главных меридианов. 11) Ax - ось цилиндрической линзы (см. п. 10). 12) Средний показатель измерения рефракции в двух главных меридианах глаза, выраженный в виде рецепта на очки. 13) Ker – результаты кератометрии. 14) Средний показатель полученных измерений радиуса кривизны роговицы (в мм) и рефракционной силы в её минимальном и максимальном меридианах (в D - дптр). 15) Результаты измерения рефракции роговицы в её минимальном и максимальном меридианах, выраженные в диоптриях (D).

## 2. Кератометрия

(оценивается кривизна передней поверхности роговицы)

Процедура кератометрии нужна при расчете оперативного вмешательства. Кроме того, при изменении показателей возможна диагностика кератоглобуса или кераконуса (выпячивание роговицы в форме конуса).



### 3. Бесконтактная тонометрия

Попросту говоря, измерение внутриглазного давления. Проводится оно бесконтактно, посредством импульса воздушного потока.

Показатели пневмотонометрии не должны быть больше 20-21мм рт. ст.

Повышение внутриглазного давления может оказаться проявлением

глаукомы. При некомпенсированной

глаукоме, вопрос о проведении

лазерной коррекции не стоит. Сначала

нужно нормализовать внутриглазное

давление с помощью медикаментозных средств или хирургической операции.



#### 4. Определение остроты зрения

Исследование начинают с выяснения, сколько пациент видит строчек без очков (т.е. без коррекции). Затем пациент надевает специальную очковую оправу, в которую вставляют по отдельности стекла из очкового набора, в соответствии с данными авторефрактометрии. Сначала сферическое стекло, после цилиндрическое (астигматическое). Цилиндрическое стекло, как правило, поворачивают в разные стороны, для уточнения правильной оси (меридиана) цилиндра. После лазерной коррекции, пациент может рассчитывать на ту остроту зрения, которая была зафиксирована во время обследования с очковой коррекцией.

D = 50,0	Ш	Б						V = 0,1	
D = 25,0	М	Н	К					V = 0,2	
D = 16,67	Ы	М	Б	Ш				V = 0,3	
D = 12,5	Б	Ы	Н	К	М			V = 0,4	
D = 10,0	И	Н	Ш	М	К			V = 0,5	
D = 8,33	Н	Ш	Ы	И	К	Б		V = 0,6	
D = 7,14	Ш	И	Н	Б	К	Ы		V = 0,7	
D = 6,25	К	Н	Ш	М	Ы	Б	И	V = 0,8	
D = 5,55	Б	К	Ш	М	И	Ы	Н	V = 0,9	
D = 5,0	Н	К	И	Б	М	Ш	Ы	Б	V = 1,0
D = 3,33	Ш	И	Н	К	М	И	Ы	Б	V = 1,5
D = 2,5	И	М	Ш	Ы	Н	Б	М	К	V = 2,0

## 5. Биомикроскопия

Биомикроскопию выполняют с помощью микроскопа, имеющего щелевую лампу (щелевую подачу света). При этом, специалист под большим и малым увеличением инспектирует веки, белочную оболочку (конъюнктиву и склеру) глаза, его роговицу, радужку, хрусталик и стекловидное тело.

Применяя специальную лупу, он также может рассмотреть и детали глазного дна, правда обычно для этого применяют офтальмоскоп.

При помощи щелевой лампы можно выявить катаракту, подвывих хрусталика, рубец и бельмо роговицы, а также множество иных заболеваний, способных стать противопоказанием к выполнению лазерной коррекции

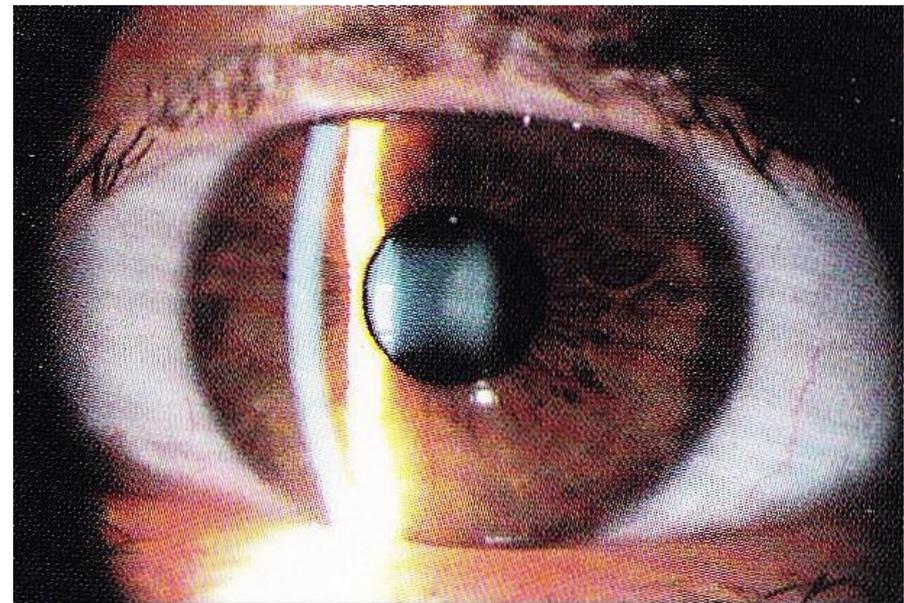
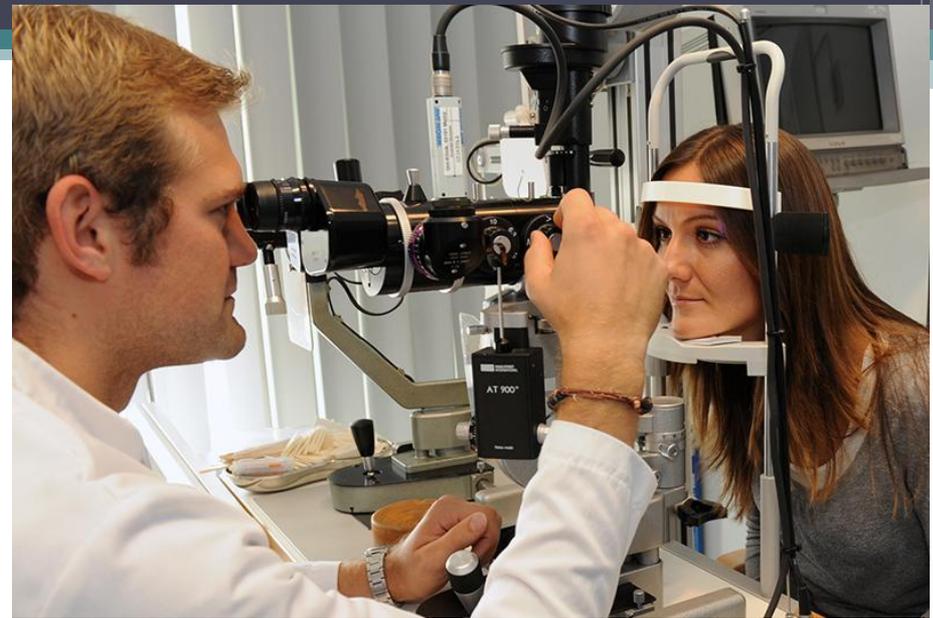


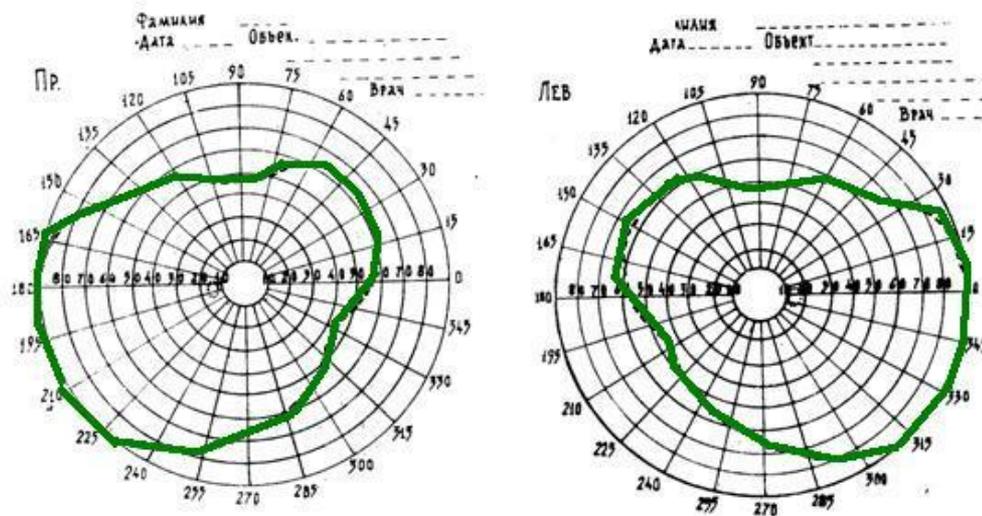
Рис.10. Передний отдел глаза в щелевом освещении.

## 6. Периметрия

Метод исследования границ полей зрения с их проекцией на сферическую поверхность. Это исследование помогает обнаруживать заболевания сетчатой оболочки, зрительного нерва, а также зрительного тракта полностью. Когда проблемы существуют в зрительном тракте, исправлять что-либо в глазу, включая и проведение лазерной коррекции, практически не имеет смысла.



Периметрия - Норма



## 7. Офтальмоскопия

Офтальмоскопия может проводиться прямым и непрямым способом. При прямой офтальмоскопии специалист светит в глаз пациента электрическим офтальмоскопом, который держит в нескольких сантиметрах от глаза пациента и своего глаза. При выполнении непрямой офтальмоскопии у глаза пациента находится лишь увеличительная линза (зачастую +13,0 диоптрий), специалист же с офтальмоскопом находится чуть поодаль - на расстоянии вытянутой руки.

Конечно, офтальмоскопия - процедура весьма неприятная, но очень информативная. Осмотр глазного дна дает возможность выявлять заболевания сетчатой оболочки, а также диска зрительного нерва.

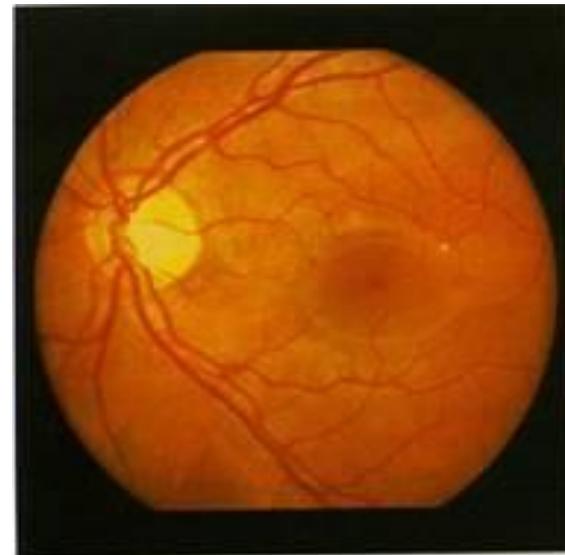


Рис. 24. Нормальное глазное дно.

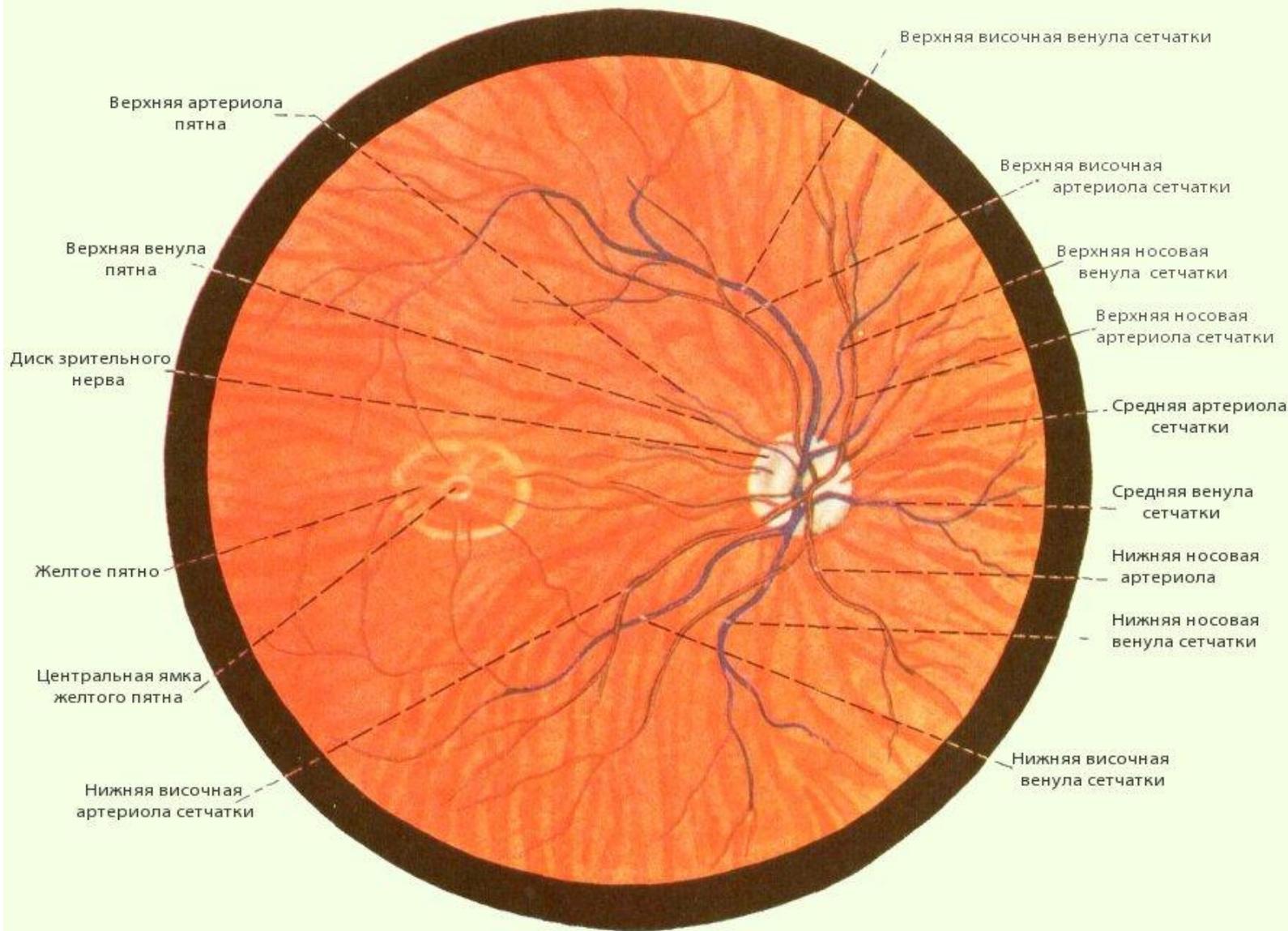


Рис. 3. Дно правого глаза (при исследовании глазным зеркалом, офтальмоскопия)

## 8. Ультразвуковое исследование

Ультразвуковая биометрия, называемая А-сканированием, определяет параметры передней камеры, толщину хрусталика, а также величину переднезаднего отрезка глаза (ПЗО). При близорукости размер глаза увеличивается, что и фиксирует аппарат. Данные ПЗО применяются и при выявлении прогрессирования близорукости. В норме ПЗО равен 24мм. В-сканирование – это двухмерное обычное УЗИ глаза. Применяя его, можно выявить отслойку сетчатки (с необходимостью безотлагательной операции), деструкцию стекловидного тела, опухоли внутри глаза и пр.



## 9. Пахиметрия

Это процедура измерения толщины роговицы. Данный показатель, является основным при вынесении вердикта о невозможности проведения лазерной коррекции. Именно так, слишком тонка роговица – повод отказать в проведении операции. Нормальная же толщина в центре роговицы составляет 500-550 микрометров (примерно 0,5мм).



Оптическая пахиметрия относится к бесконтактным методам измерения толщины роговой оболочки глаза. Обследование проводят с использованием щелевой лампы (аналог микроскопа), на которую надевают специальную насадку, измеряющую роговицу на различных участках глаза. Но замеры толщины роговицы ультразвуковым аппаратом являются наиболее точными. В исследуемый глаз вводят анестезию с использованием глазных капель и касаются роговицы насадкой аппарата. На мониторе автоматически производятся исчисления и выдаются результаты исследования.

## 10. Анализы

Если противопоказаний к выполнению лазерной коррекции нет и пациент решает делать операцию, то в клинике понадобится еще и ряд лабораторных анализов. Таких как, общий анализ крови, который показывает нет ли в организме серьезного воспаления, высокого уровня алергизации, заболеваний крови, анемии и пр., а также анализ крови на некоторые инфекции (сифилис - RW, Гепатит В - HBS Ag, СПИД).



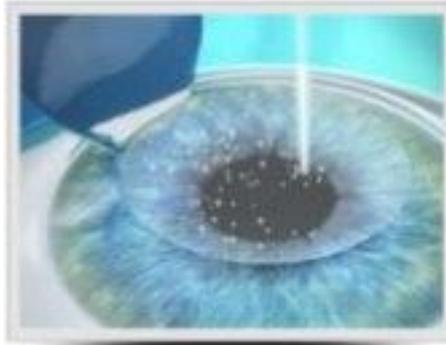
# Лазерная коррекция зрения

- **3 поколения ЛКЗ**
- 1. Поверхностные. **PRK, Epi-LASIK, LASEK, TRANS-EPI LASIK.**
- 2. **методы LASIK, модификации**
- 3. **Технология FEMTO**
- **методы Femto-LASIK, Smile, ReLEx**

PRK



LASIK



ReLEx smile



Excimer laser



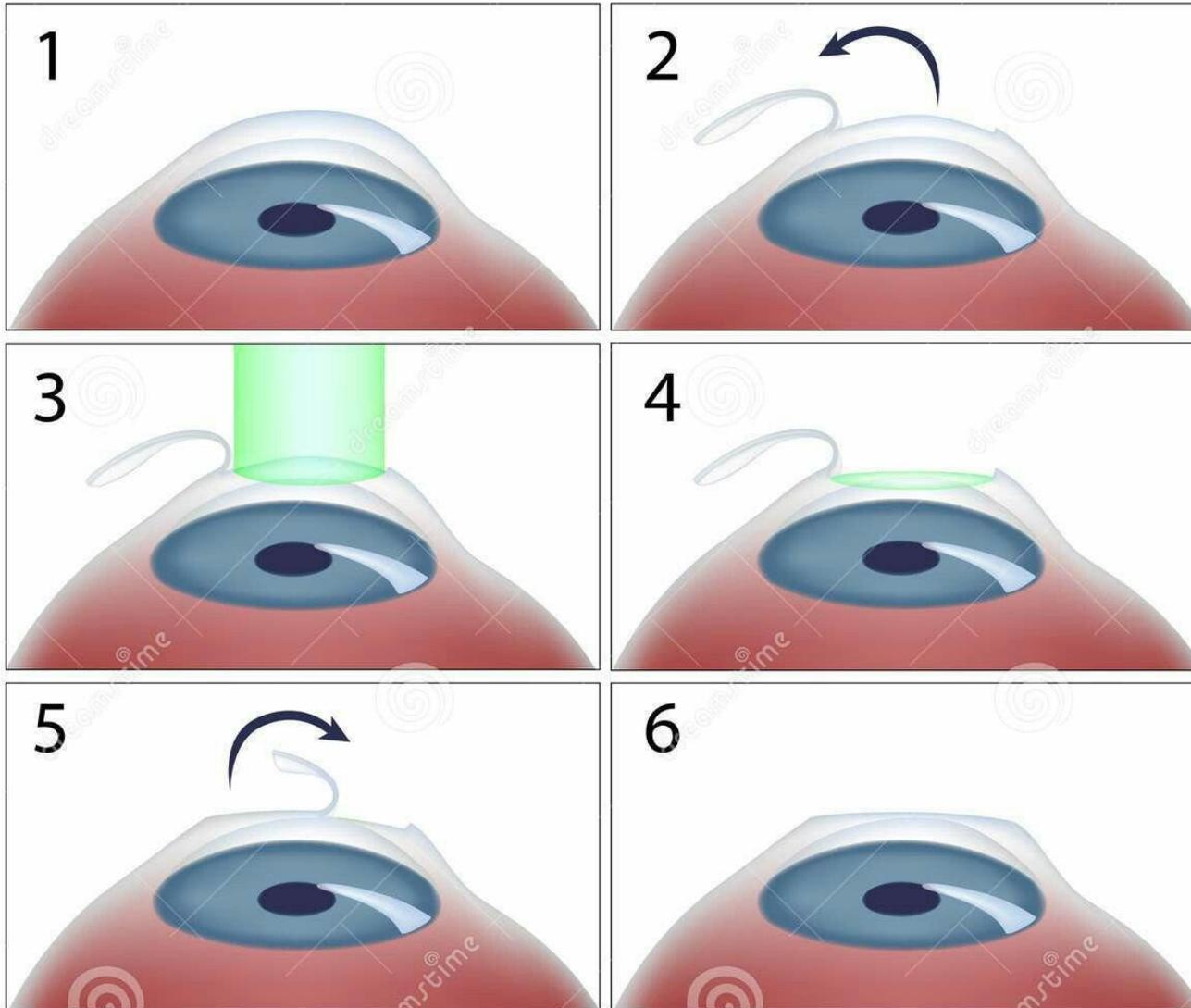
Femtosecond laser

+

Excimer laser

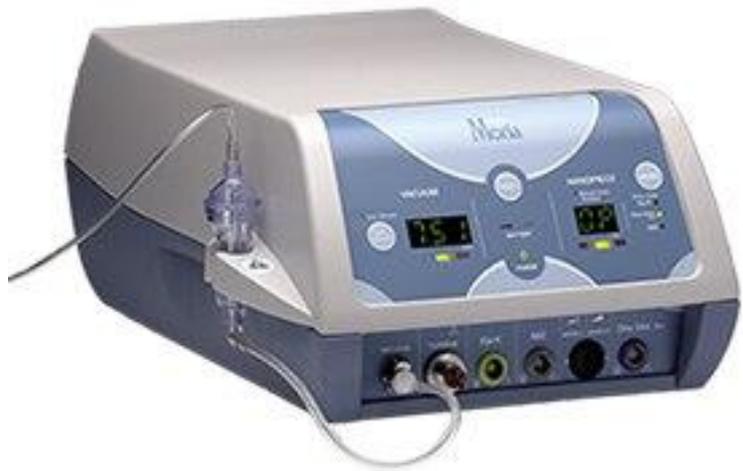


Femtosecond laser



# Lasik Eye Surgery







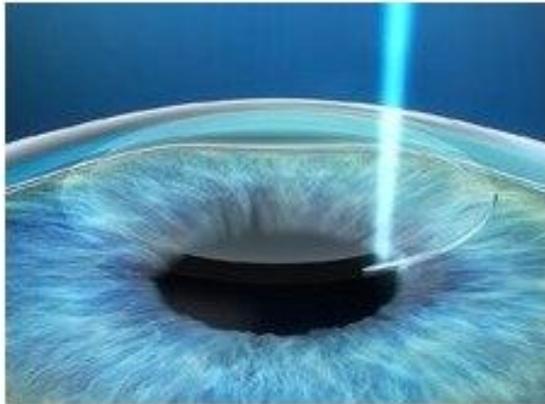
M2 *Single Use*





AMARIS 500E

## SMILE with VisuMax



A refractive lenticule and small incision are created inside the intact cornea – all in one step.

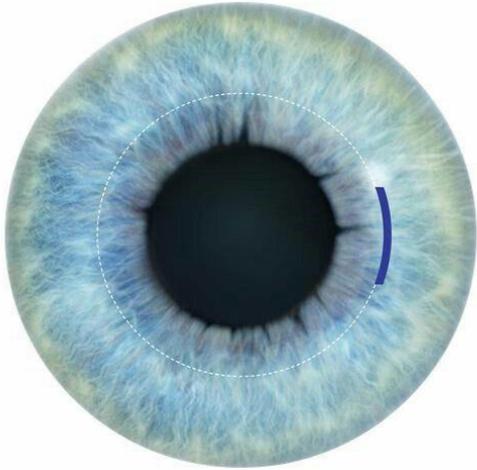


The lenticule is subsequently removed through this small incision, leaving the remainder of the superficial cornea intact.



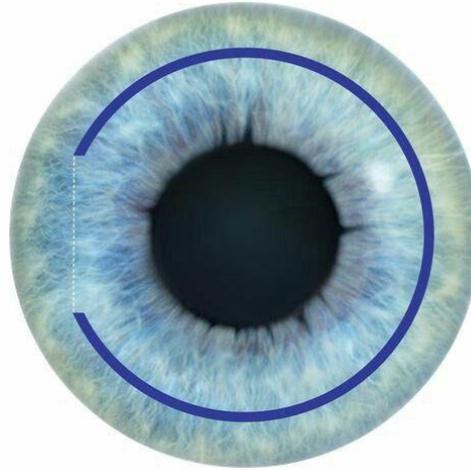
Removing the lenticule changes the shape of the cornea, thereby achieving the desired refractive correction.

## SMILE



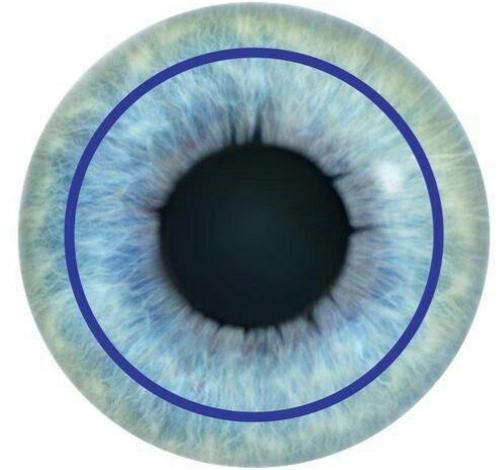
A small laser opening is made on the surface of your eye, a thin layer just below your eye's surface is removed.

## LASIK



A flap is made on the surface of your eye; a second laser reshapes your cornea

## LASEK



The epithelium is removed, a second laser reshapes your cornea and the cells of your eye are regenerated.

