

Анатомия, физиология и методы исследования органа зрения

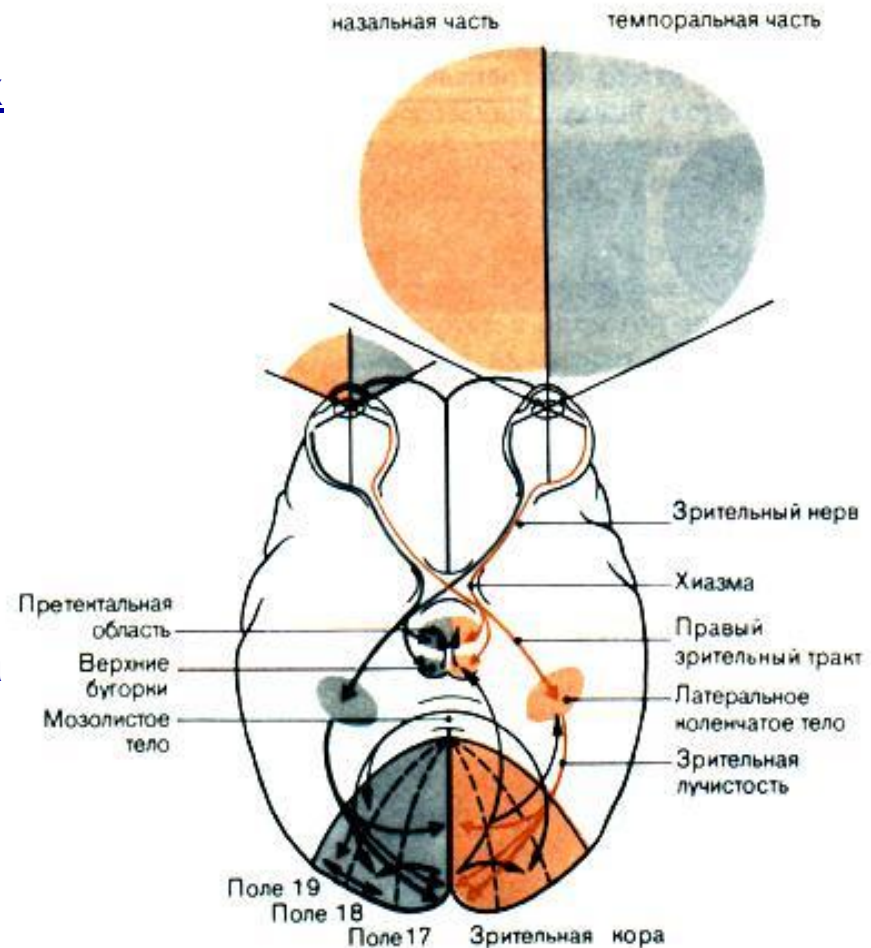
**Кафедра специальной психологии КГПУ
канд. мед. наук, доцент Бардецкая Я.В.**

Зрение (visio, visus) – это физиологический процесс восприятия величины, формы и цвета предметов, а также их взаимного расположения и расстояния между ними.

ЗРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР

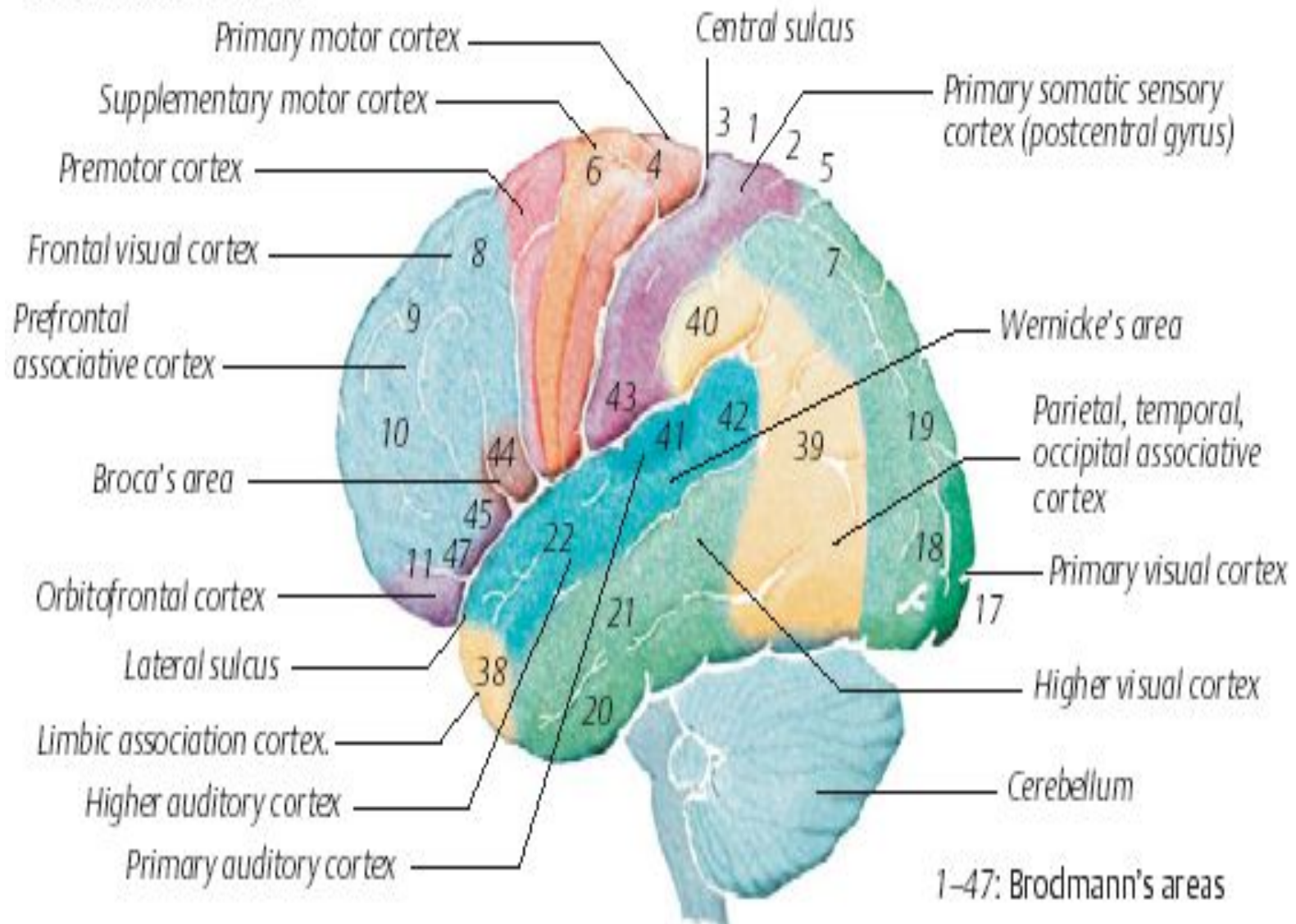
Функция зрения осуществляется благодаря сложной системе различных взаимосвязанных структур, образующих зрительный анализатор, который состоит из трёх отделов:

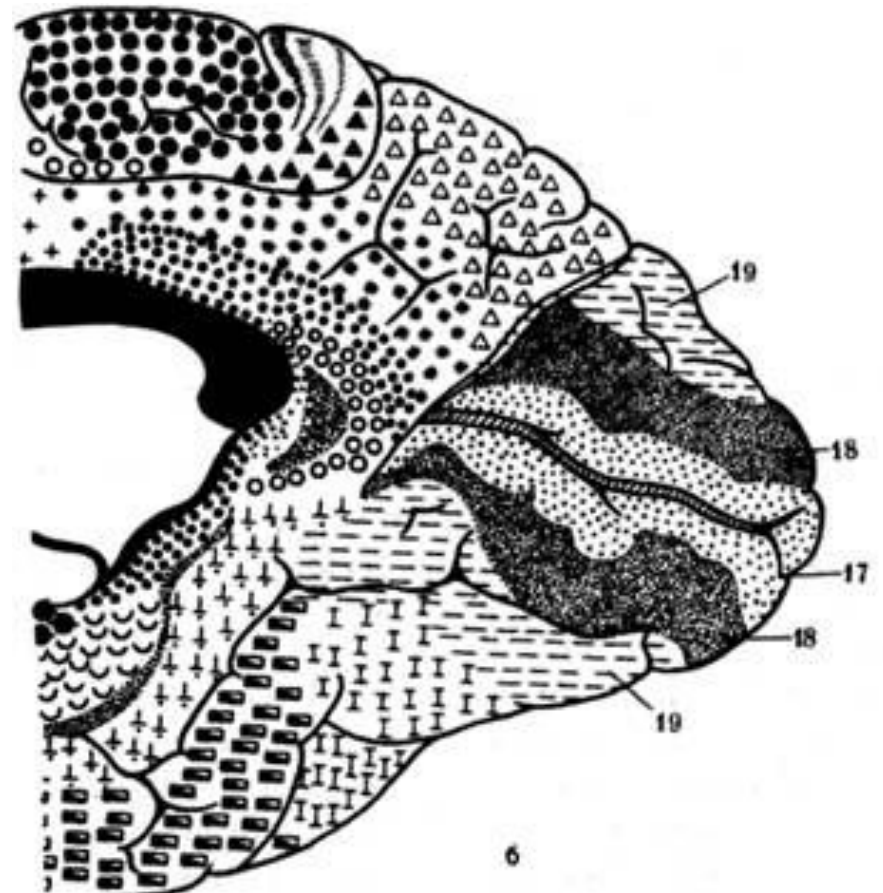
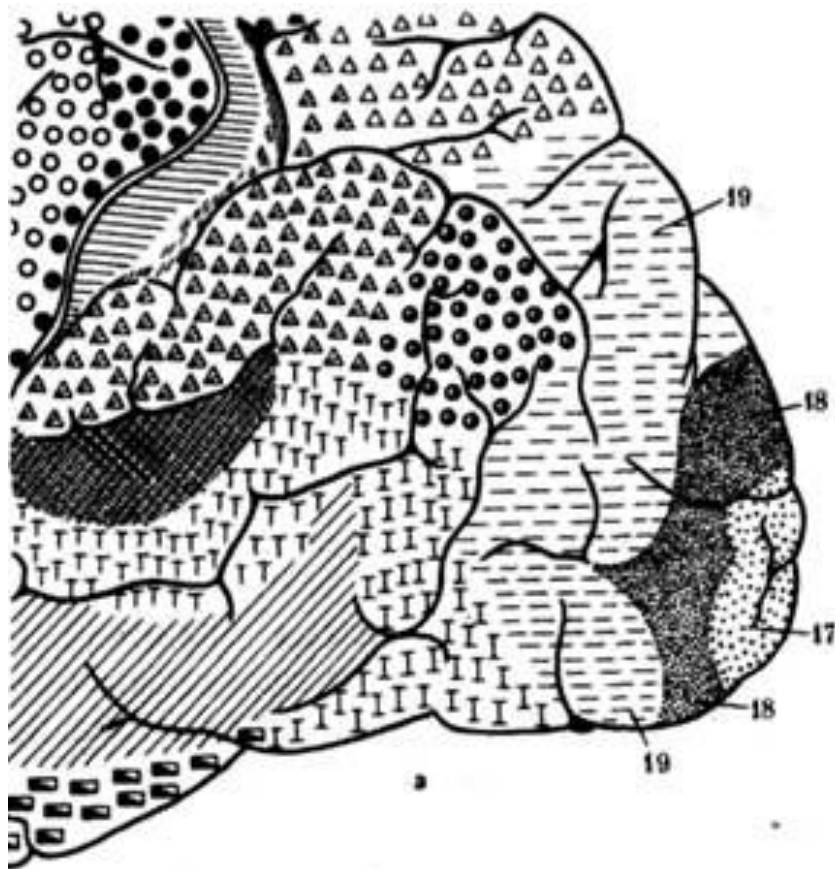
- периферического** – рецепторы внутренней оболочки глаза (сетчатки);
- проводникового** – зрительные нервы, передающие возбуждение в головной мозг (стволовые центры, верхние холмики крыши среднего мозга, подушка таламуса, латеральные коленчатые тела);
- центрального** – зрительная область в затылочной доле коры больших полушарий головного мозга.



Примерные границы первичных, вторичных зон зрительного анализатора в затылочной доле мозга.

– E. Areas of cortex





Корковое представительство зрительного анализатора (поля 17, 18, 19 по Бродману)

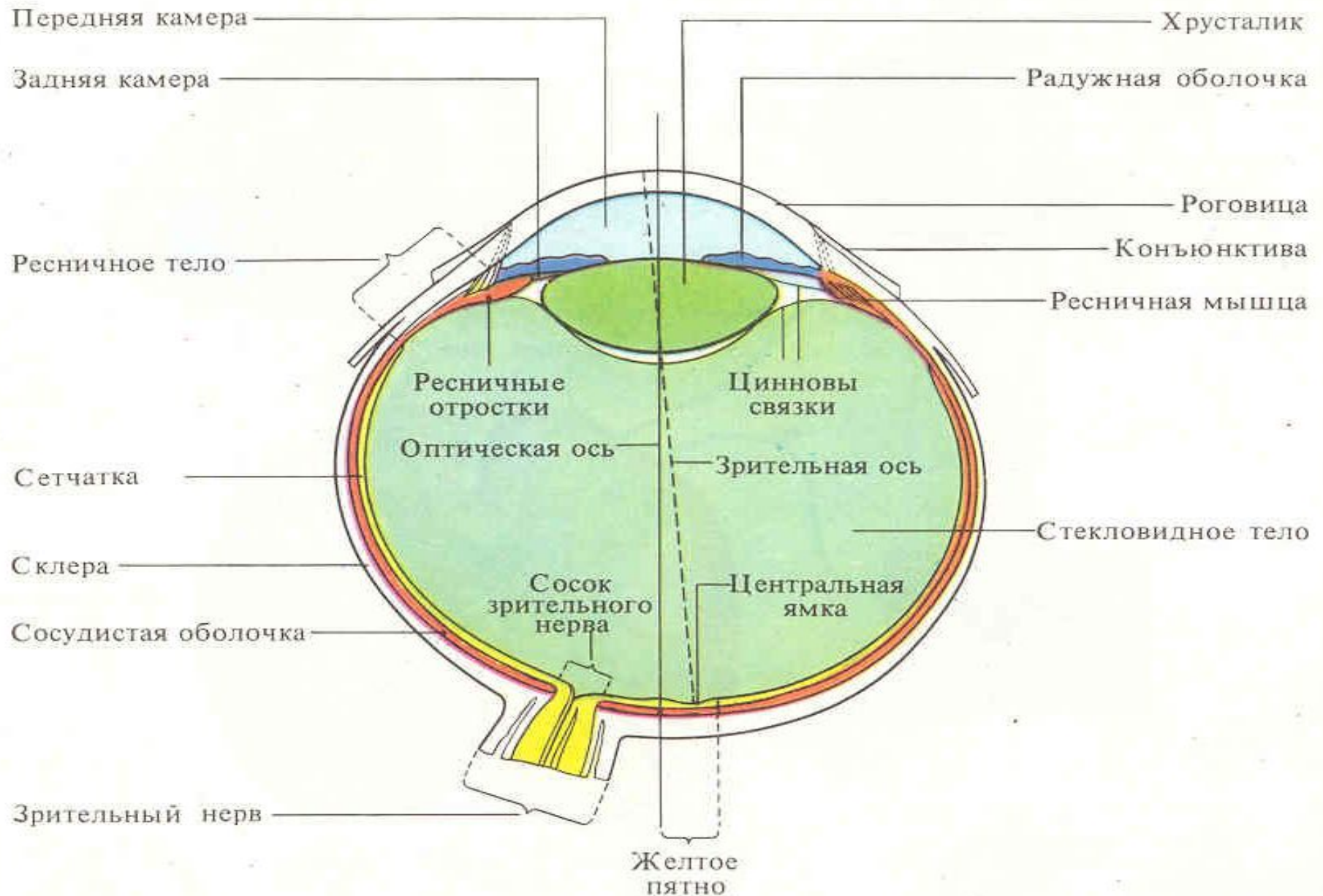
**а – наружная поверхность затылочной доли полушарий
головного мозга;**

**б – продольный разрез затылочной доли полушарий головного
мозга**

камеры глаза

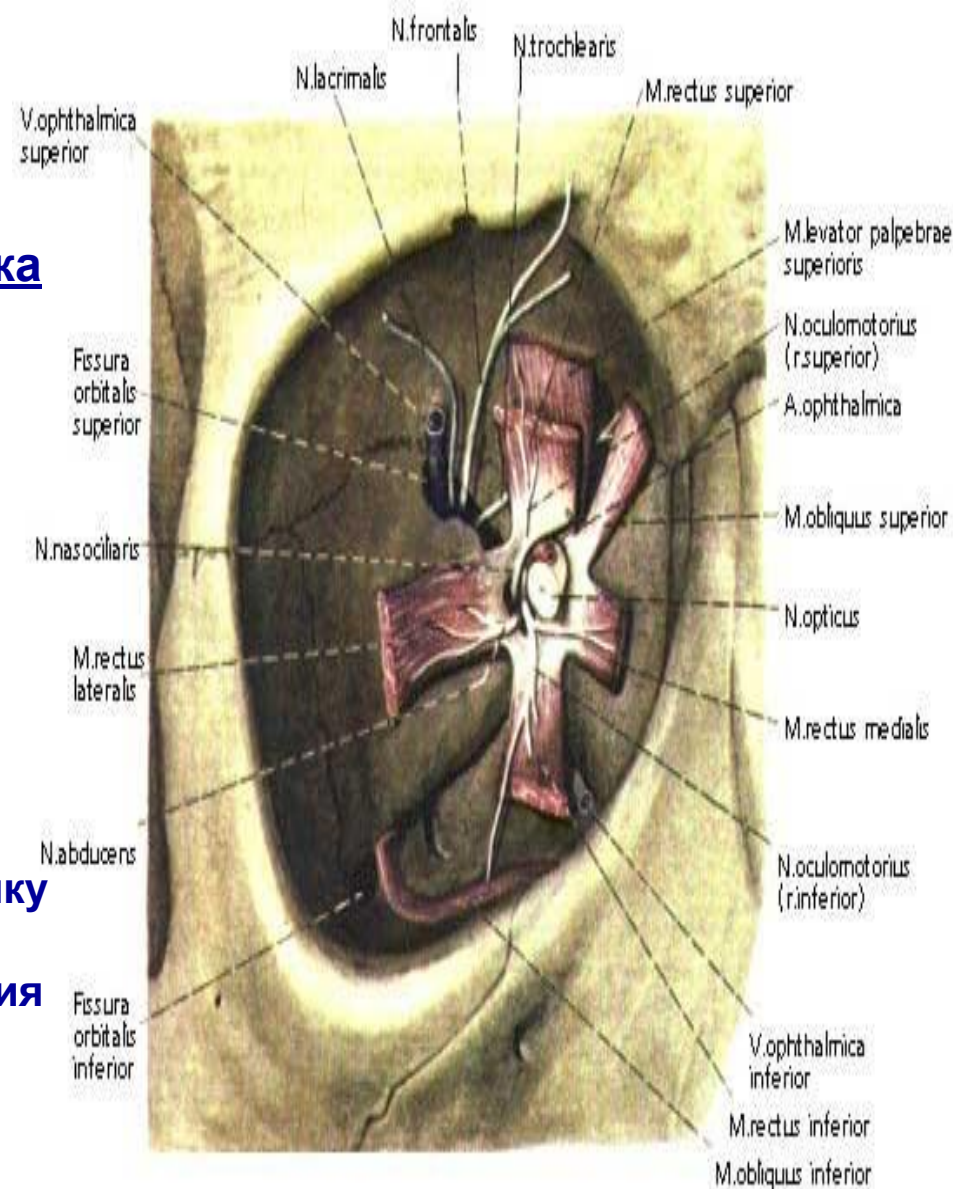
- Между роговицей и радужной оболочкой находится **передняя камера** глаза, наполненная прозрачной жидкостью, называемой водянистой влагой.
- Непосредственно за радужкой расположена **задняя камера** глаза и двояковыпуклая линза - **хрусталик**.
- По силе преломления хрусталик является второй средой после роговицы. Его преломляющая сила составляет 18,0 дптр.
- У новорожденных хрусталик более округлый и имеет большую преломляющую способность.
- Пространство внутри глаза позади хрусталика заполнено **стекловидным телом**. Это желатинозная субстанция, в норме прозрачная, как вода.

Строение глаза



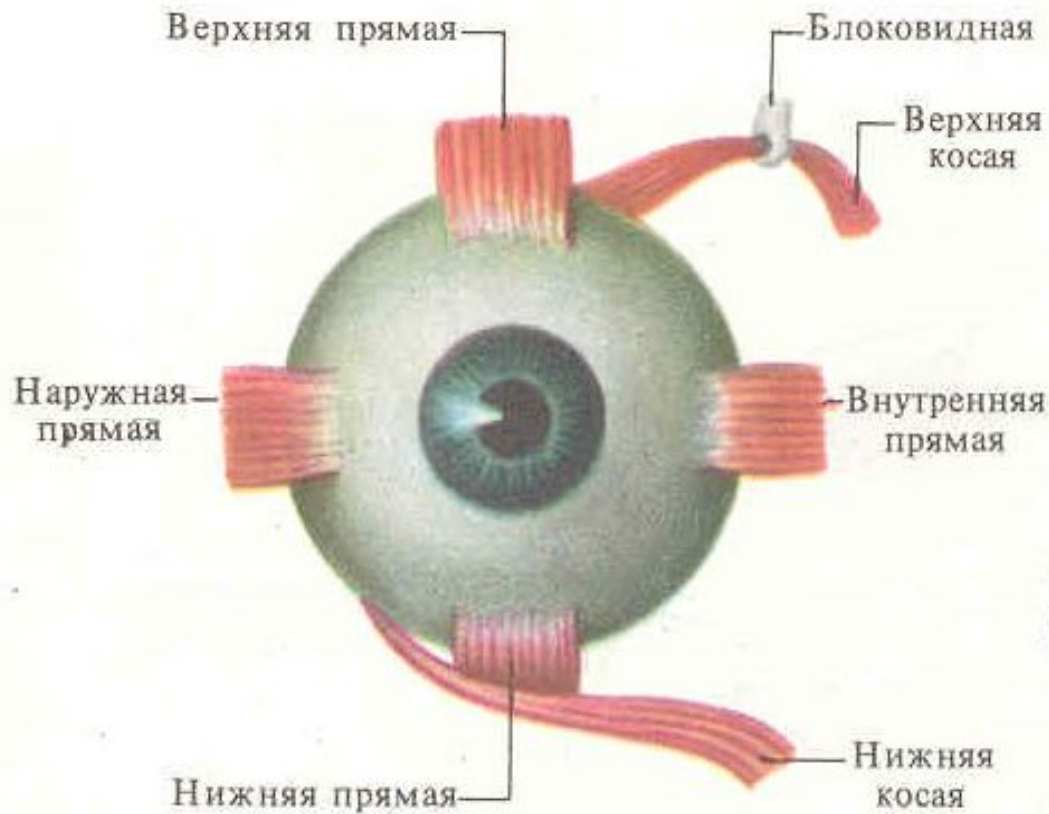
Глазница

- Глазница или орбита – это костноеместилище для глаза.
- Имеет форму четырехгранной пирамиды. **В глазнице различают четыре стенки:** внутреннюю, верхнюю, наружную и нижнюю. Внутренняя стенка самая сложная и тонкая. В заднем отделе орбиты находятся зрительный нерв, мышцы, сосудисто-нервные образования и жировая клетчатка.
- К глазодвигательным мышцам относятся четыре прямые – **верхняя, нижняя, наружная и внутренняя** и две косые – **верхняя и нижняя**.
- Они идут вперед, образуя мышечную воронку для глазного яблока.
- Сложные функциональные взаимоотношения глазных мышц имеют большое значение в ассоциированных движениях глаз.

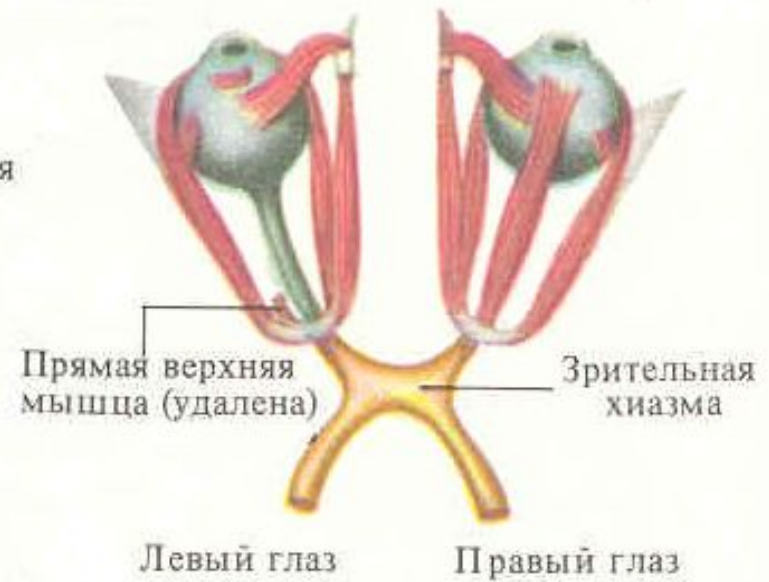


Мышцы глаза

А – вид спереди Б – вид сверху



А



Б

Глазное яблоко состоит из трех оболочек:

1. наружная или фиброзная оболочка

состоит из прозрачной роговицы и белой склеры. Эта тонкая, но плотная оболочка обуславливает форму глаза и выполняет защитную функцию, служит местом прикрепления глазодвигательных мышц;

2. средняя или сосудистая оболочка

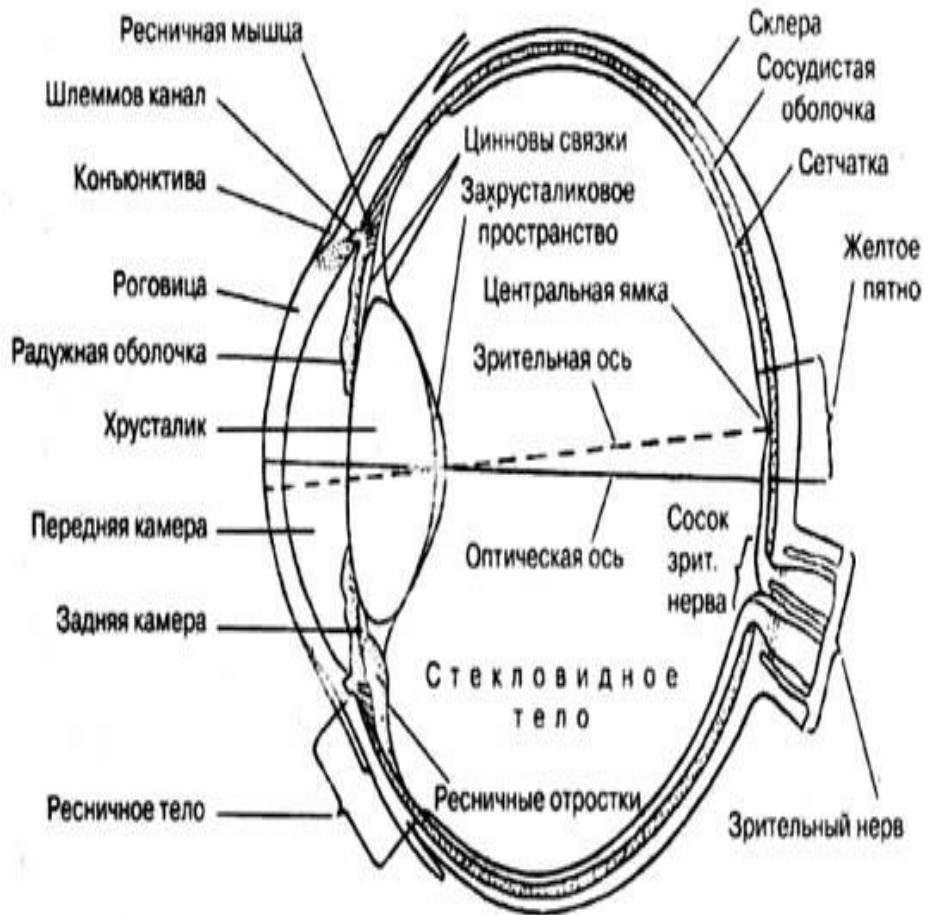
состоит из радужки (**голубого, зеленого или коричневого цвета**). В центре радужки находится округлое отверстие в норме черного цвета – это зрачок.

Вместе радужка и зрачок – это диафрагма, которая пропускает световые лучи в глаз. Также сосудистая оболочка состоит из цилиарного тела, в котором вырабатывается внутриглазная жидкость, а в задних отделах глазного яблока располагается собственно **сосудистая оболочка или хориоидея**. Главная функция сосудистой оболочки – это питание глаза;

3. внутренняя оболочка глаза или сетчатка

выстилает всю внутреннюю поверхность сосудистого тракта. Сетчатка – это периферический рецептор зрительного анализатора.

глазное яблоко



Сетчатка

- Сетчатка состоит из множества светочувствительных рецепторов, каждый из которых реагирует на световую энергию независимо от других.
- Имеются светочувствительные элементы двух типов: **палочки и колбочки**.
- **Палочки** — лишены способности дифференцированно реагировать на цветовые оттенки.
- **Колбочки** – аппарат цветового зрения.
- Сетчатка содержит приблизительно **120 миллионов палочек**, преобладающих на периферии, и **6—7 миллионов колбочек** в центральном участке.
- На поверхности последнего имеется небольшой вдавленный фрагмент — **желтое пятно**, содержащее высокую концентрацию колбочек, обеспечивающих максимальную остроту зрения. Оно расположено так, что **совпадает с центральной осью зрения глаза**, по которой проецируется середина изображения зафиксированного объекта.

2 вида фоторецепторов

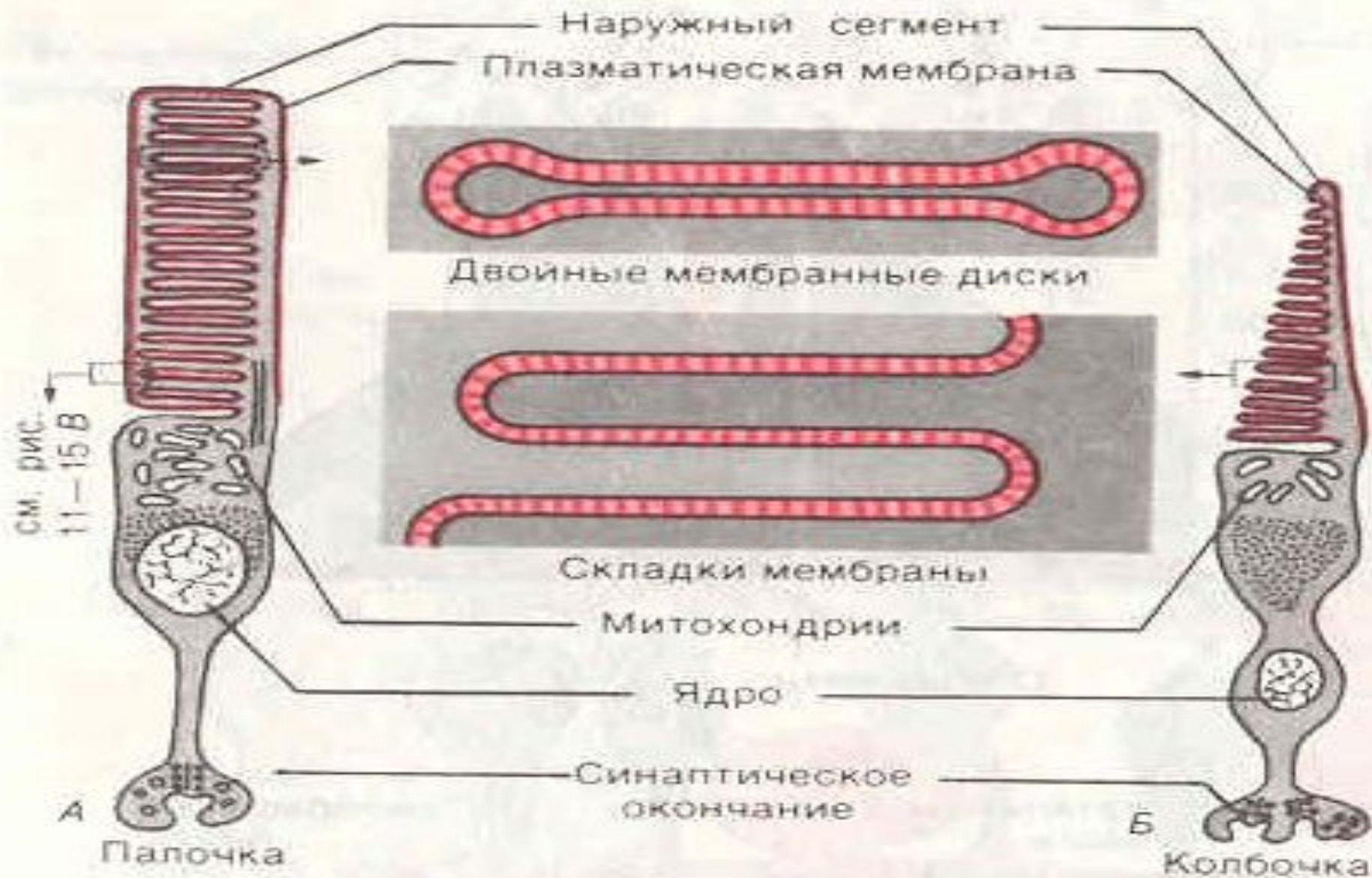
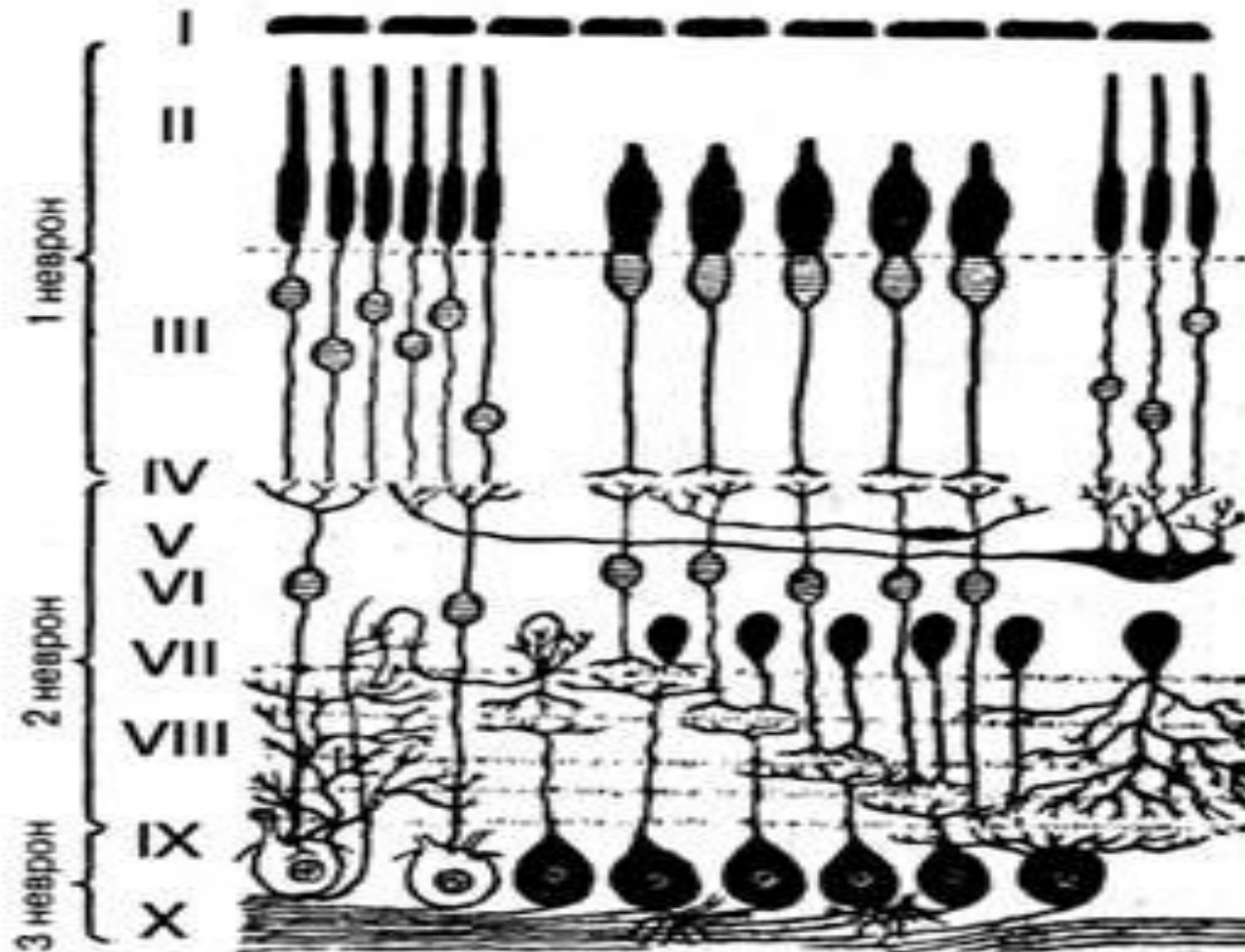


Схема строения сетчатки глаза человека



I – пигментный слой; II – слой палочек и колбочек; III – наружный ядерный слой;
IV – наружный сетчатый слой; V – слой горизонтальных клеток;
VI – слой биполярных клеток (внутренний ядерный); VII – слой амакриновых
(однополюсных грушевидных) клеток; VIII – внутренний сетчатый слой;
IX – слой ганглиозных клеток; X – слой волокон зрительного нерва

- Различают три типа колбочек, отличающихся избирательной чувствительностью к трем основным компонентам видимого спектра: красно-оранжевому, зеленому и синему. Их смешение в разных пропорциях обеспечивает восприятие всей цветовой гаммы с огромным числом оттенков.
- В случае дефектной работы одного из типов колбочек возможно снижение чувствительности к цветам соответствующего спектра (*цветовые аномалии* → **протанопия** — слепота на красный цвет, **дейтеранопия** — слепота на зеленый цвет, **тританопия** — слепота на синий и фиолетовый цвета.
- Впервые нарушение цветового зрения было обнаружено в 1794 г. у английского химика Дж. Дальтона → эта аномалия получила название дальтонизма.

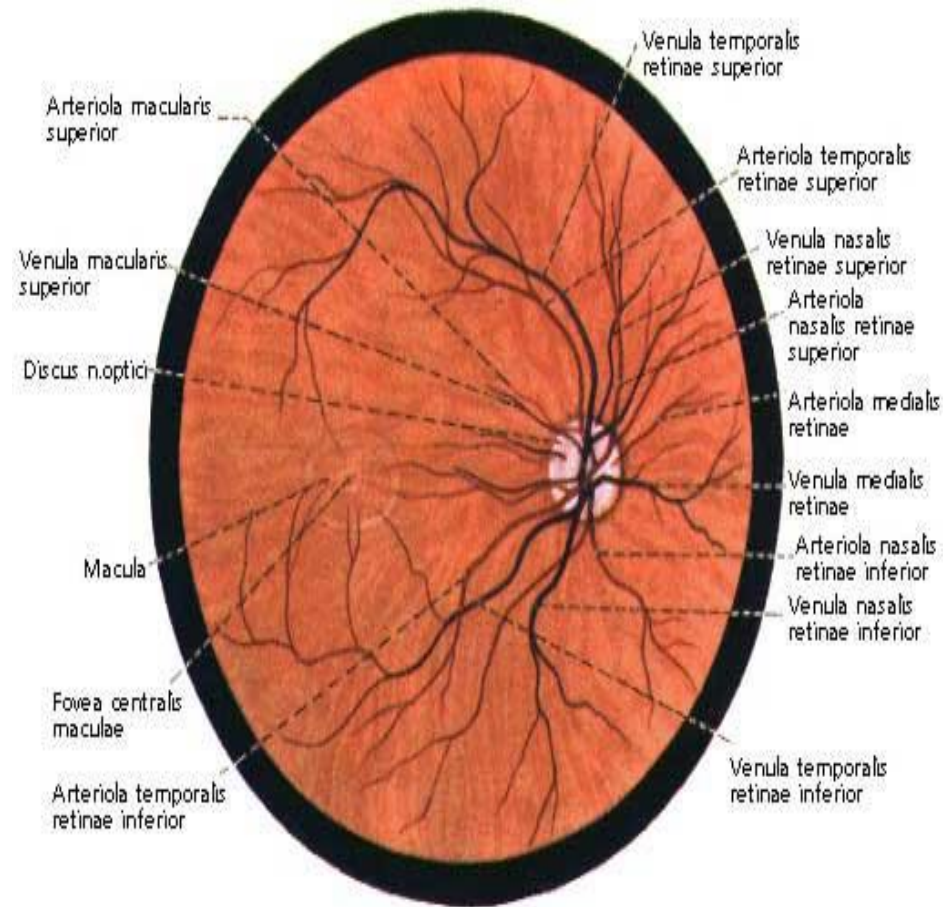
глазное дно

Место выхода зрительного нерва и сосудов из сетчатки носит название **диска зрительного нерва**. В норме – это круг бледно-розового цвета.

Часто его называют «слепым пятном», т.к. в этом месте нет фоторецепторов.

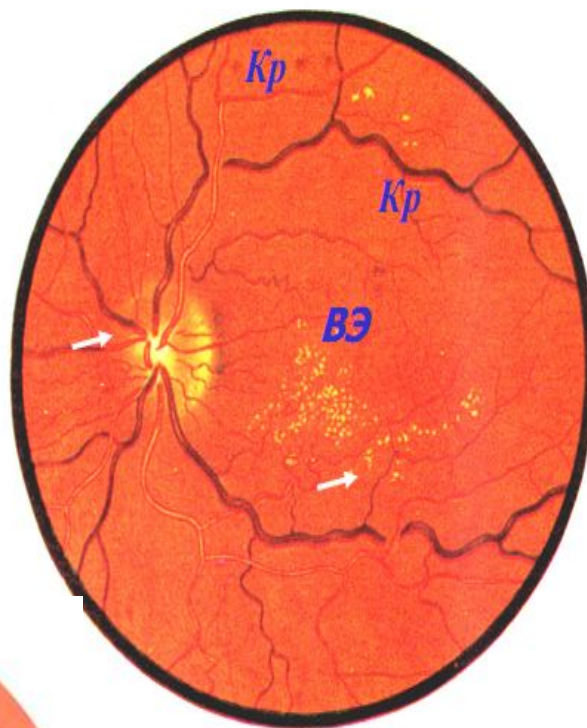
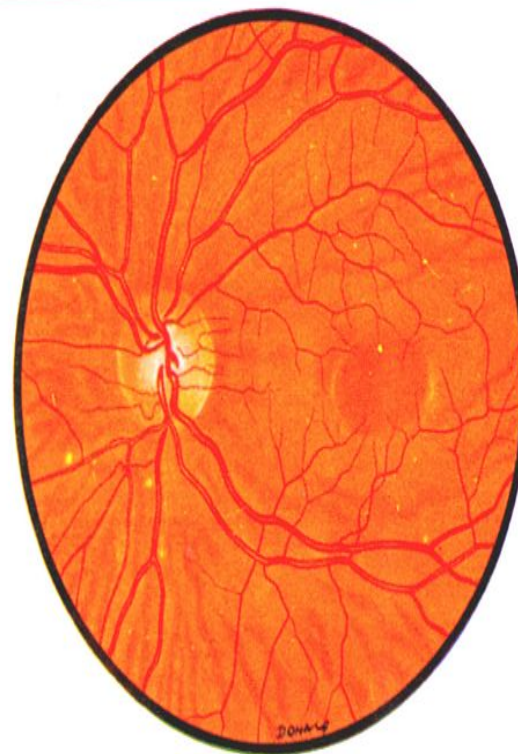
На расстоянии около 4 мм кнаружи от диска зрительного нерва находится **желтое пятно** или макулярная область.

У новорожденных сетчатка еще не сформирована полностью, функциональное созревание происходит в течении 6 месяцев, но для этого нужно хорошее освещение.



РЕТИНОПАТИЯ ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

НОРМАЛЬНОЕ ГЛАЗНОЕ ДНО



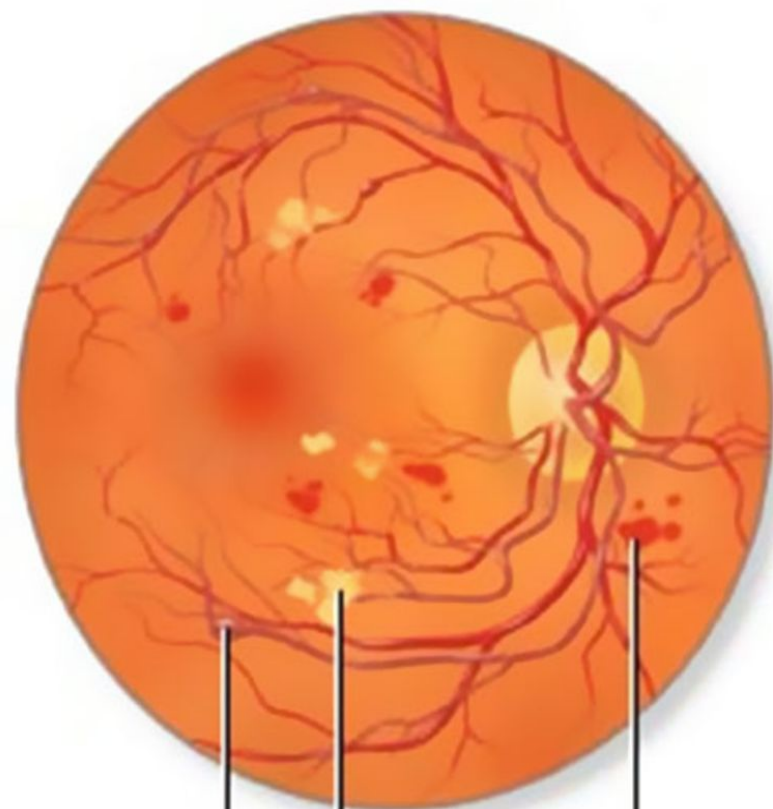
Внутренняя граница диска зрительного нерва размыта (отек).

Контур артерий усилен и изменен (ремоделирование стенки сосудов).

Сужение вены в месте артерио – венозных перекрестов (белые стрелки).

Восковидные экссудаты (ВЭ) и точечные кровоизлияния (Кр).

**Непролиферативная
диабетическая
ретинопатия**



аневризм

кровоизлияния

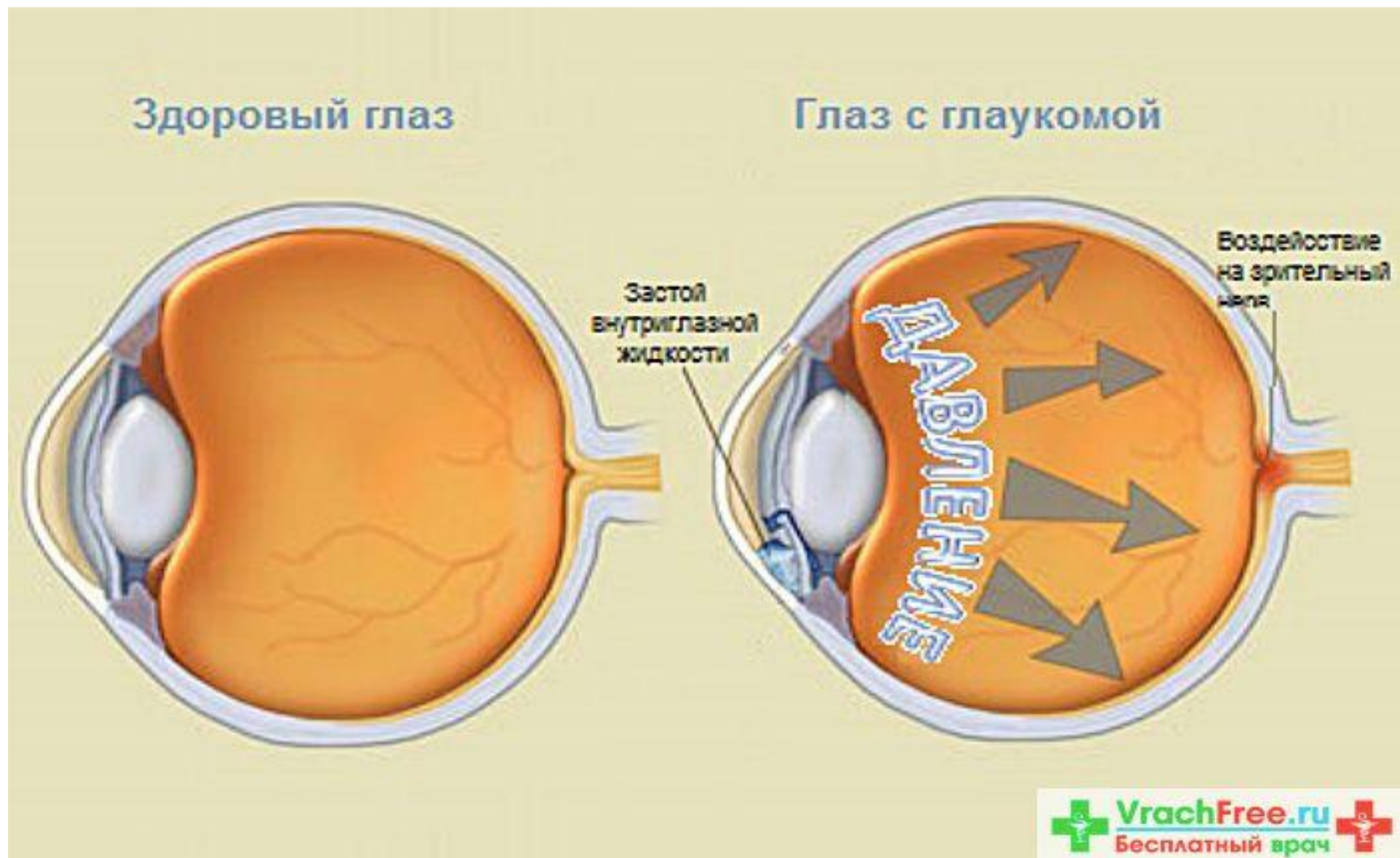
жесткий экссудат

**Проллиферативная
диабетическая
ретинопатия**



Аномальный рост
кровеносных сосудов и
их расширение

Причина глаукомы - постоянное или периодическое повышение внутриглазного давления, которое вызвано нарушением оттока влаги из глаза. Внутриглазное давление выполняет важные физиологические функции: под его действием расправляются все внутриглазные оболочки, в них создаются тонус и упругость, что необходимо для функционирования глаза как оптической системы.



Нормальное зрение



Начальная глаукома



Развитая стадия



Далекозашедшая



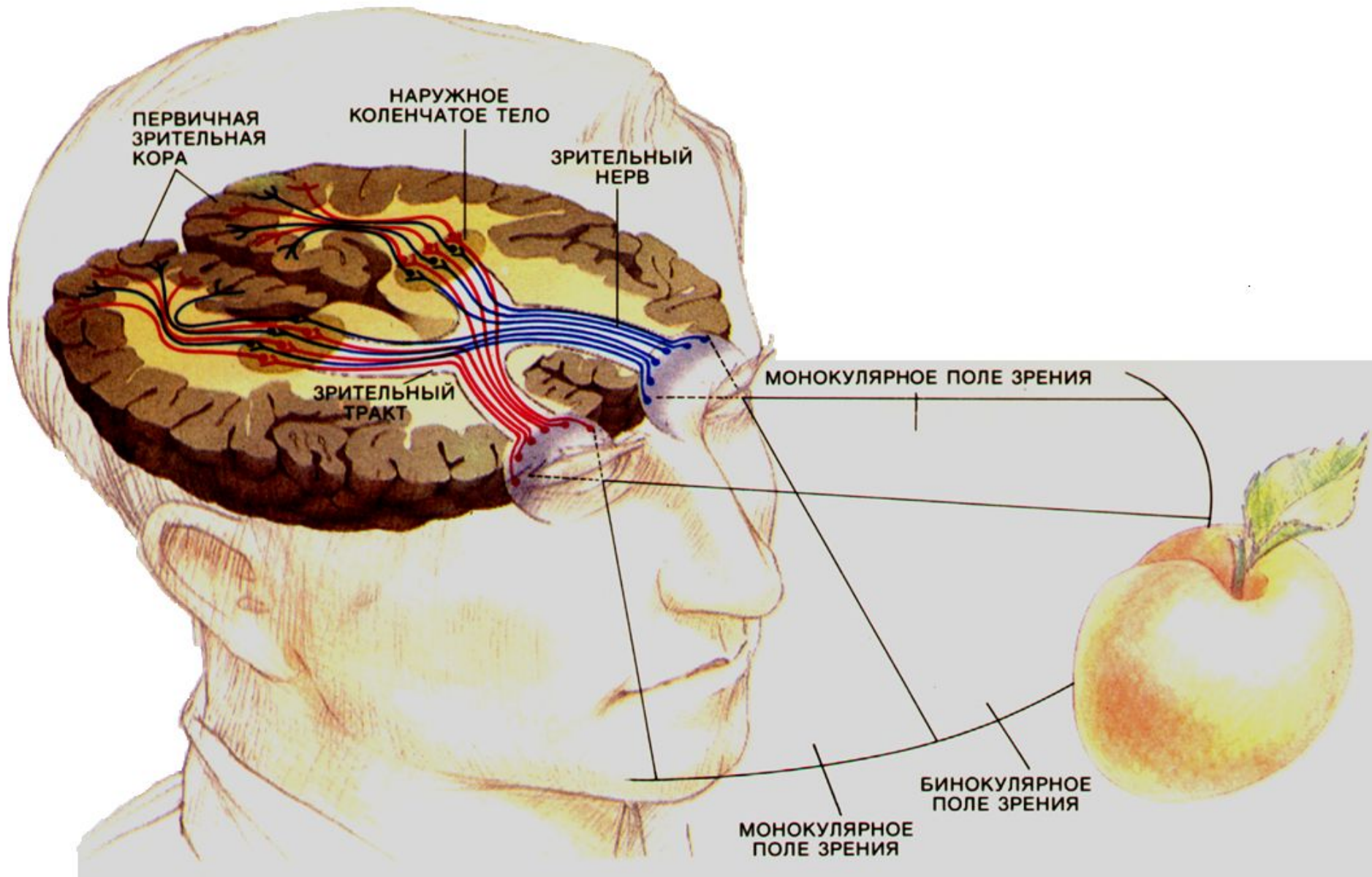
Биноккулярное зрение

- Биноккулярное зрение — (от лат. *bini* — «два» и лат. *oculus* — «глаз»), способность одновременно четко видеть изображение предмета обоими глазами; в этом случае животное или человек видит одно изображение предмета, на который смотрит, то есть это зрение двумя глазами с соединением в зрительном анализаторе (коре головного мозга) изображений полученных каждым глазом в единый образ. Позволяет четко видеть удаленные предметы, а также создает объемность изображения. Биноккулярное зрение также называют **стереоскопическим**.
- Если биноккулярное зрение не развивается, возможно зрение только правым или левым глазом. Такое зрение называется **моноккулярным**.



- Часть пространства, отражаемая сетчаткой, называется **полем зрения**, а сектор пространственных сфер, перекрывающихся при восприятии двумя сетчатками и при неподвижных глазах, — **зоной бинокулярного зрения, составляющей примерно 120° .**
- Монокулярное зрение охватывает около 30° периферической части видимого поля.

БИНОКУЛЯРНОЕ ЗРЕНИЕ



- Типичным для поражения сетчатки (**в результате дегенерации, кровоизлияния, глаукомы и т.д.**) является ее односторонность, проявляющаяся →
 - в снижении остроты зрения (**амблиопия**),
 - в ухудшении светоощущения (при недостатке витамина А, влияющего на палочковое зрение),
 - в ослаблении цветоощущения,
 - в изменении полей зрения или в образовании **скотом**.
- **Скотома** — **невидимый участок в поле зрения, не связанный с его периферическими границами**, который может восприниматься больным как темное пятно или субъективно не ощущается, выявляясь только при специальных исследованиях.

Глаза все время находятся в трех видах движений:

- медленном дрейфе, препятствующем появлению «пустого поля», когда объект перестает восприниматься,
- в высокочастотном треморе (около 80 Гц) ,
- в скачкообразном, саккадическом переходе от одного участка поля зрения к другому с частотой 4-5 раз в секунду.
- Подобные движения являются обязательными составляющими процесса зрения, без которых полноценное восприятие пространства и находящихся в нем объектов осуществляться не может.
- В противном случае законченный и целостный образ не формируется.
- *Саккадические движения глаз во время сна являются одним из основных индикаторов наличия сновидений.*

**Движения глаз при рассматривании лица.
Электроокулография (ЭОГ). Испытуемый
несколько минут рассматривал фото слева**

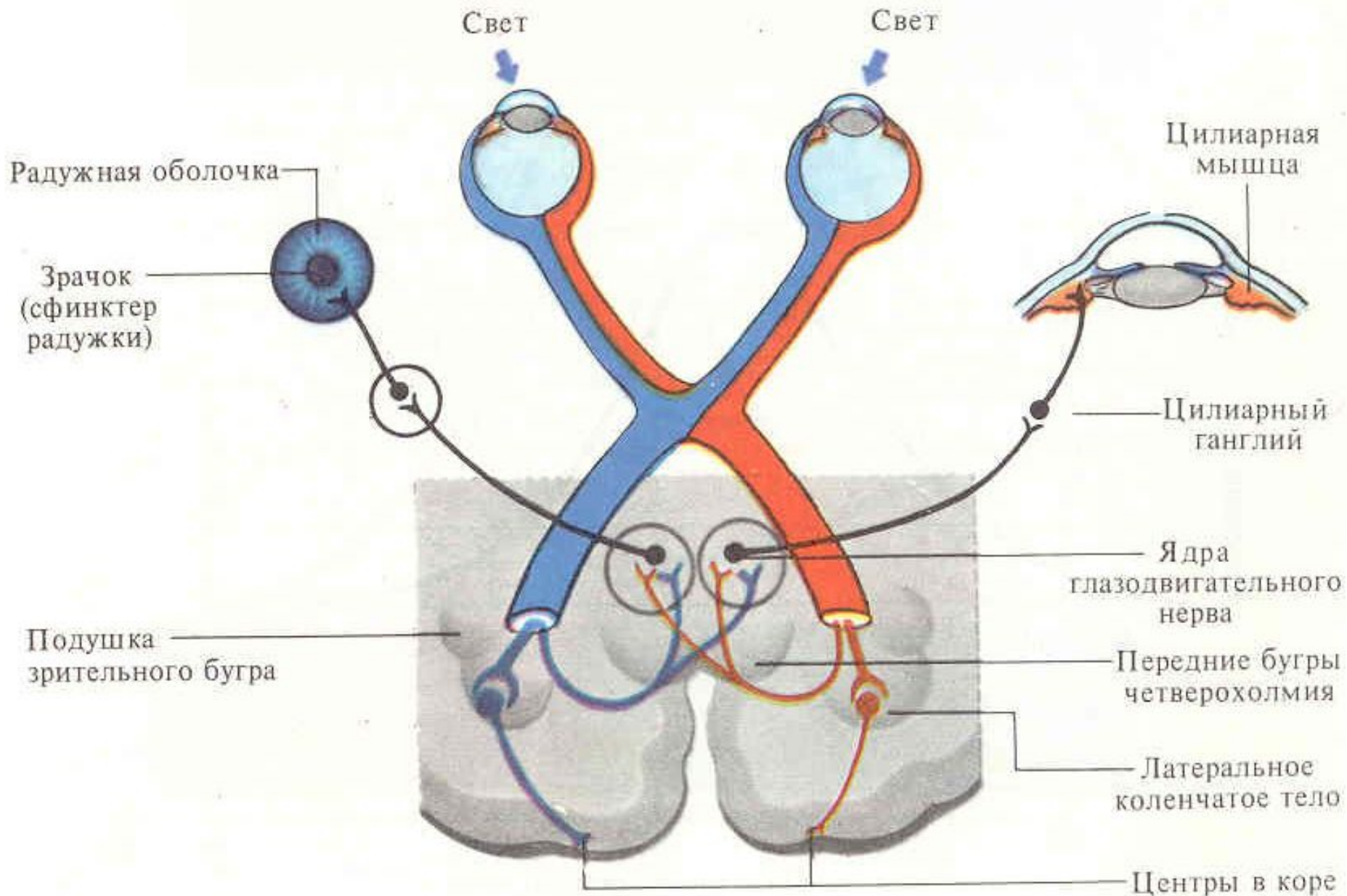


Зрительный нерв

- Начинается от слепого пятна на сетчатке и состоит из аксонов зрительных клеток. Частичные поражения нервного ствола приводят к невозможности доставки в кору импульсов от определенных участков периферического рецепторного аппарата.
- При тотальном разрушении зрительного нерва наступает полная слепота соответствующего глаза — **амавроз**, а при патологическом процессе, окружающем зрительный нерв (по периметру), возможно появление эффекта трубчатого зрения.
- Часть волокон зрительного нерва каждого глаза перекрещивается в зрительной хиазме.

- Все волокна от левых половин сетчаток обоих глаз направляются в левое полушарие мозга, а от правых — в правое. Таким образом, поле зрения каждого глаза разбивается на две половины, одна из которых представлена в противоположном полушарии.
- Кроме того, хрусталик переворачивает изображение объекта по вертикали и горизонтали.
- При поражении зрительной хиазмы возникают различные, чаще симметричные нарушения полей зрения на обоих глазах — биназальные (смещенные к носу) или битемпоральные (смещенные к вискам) гемианопсии (дефекты поля зрения, локализующиеся в одной половине поля зрения, — половинная слепота).

Зрительные пути



Латеральное
коленчатое тело

Верхний бугорок
четверохолмия

Зрительный анализатор

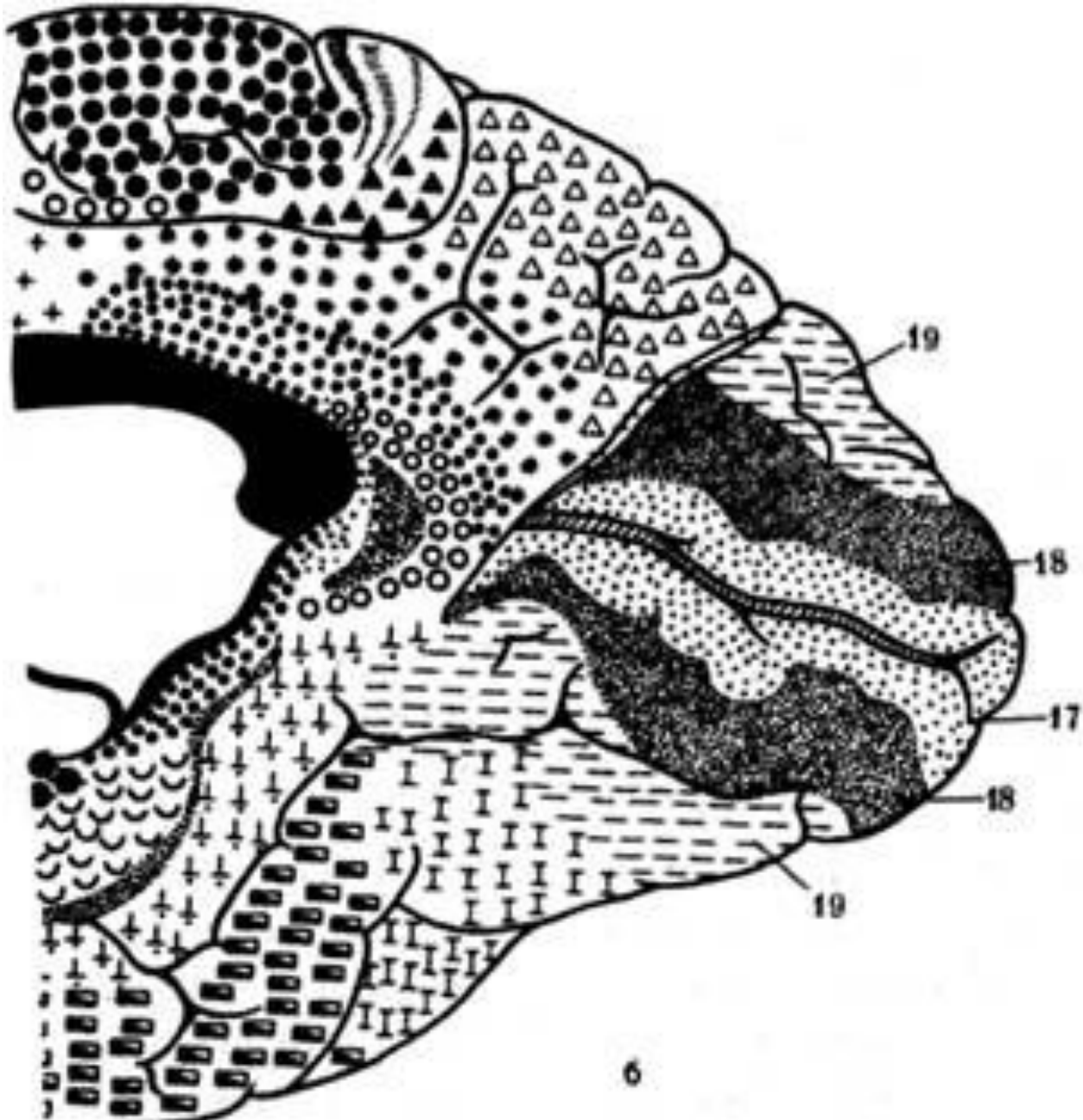


Зрительный тракт

(зрительные канатики)

- Наружное коленчатое тело (НКТ) — это часть зрительного бугра. Отсюда начинается второй нейрон зрительного пути, передающий сообщение к проекционным зонам коры.
- При полном разрушении НКТ возникает гомонимная (одноименная, с одной стороны для обоих глаз) гемианопсия.
- Если патологический очаг расположен рядом с НКТ, то возможны эффекты раздражения, похожие на галлюцинации.

- Задачу оценки пространственного расположения стимула решают верхние бугры четверохолмия.
- К ним поступают сигналы из более высоко расположенных отделов мозга, включая корковые зоны, а также из ретикулярной формации, которые регулируют отбор зрительной информации.
- Зрительное сияние (радиация) — веер волокон, начинающихся от НКТ, проходящих в глубине теменной и затылочной долей в сторону первичной зрительной коры. В силу большой площади этот участок зрительного пути поражается довольно часто, что обычно приводит к неполной гомонимной гемианопсии.
- 17-е поле коры — расположено преимущественно на медиальной поверхности затылочных долей в виде узкого треугольника, острием направленного в глубь мозга.

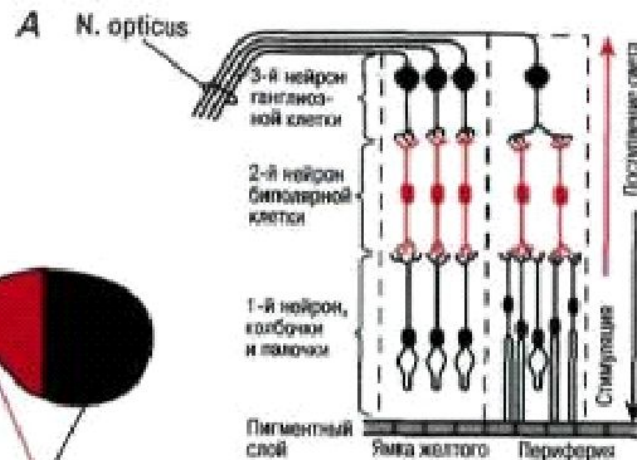


**Корковое представительство зрительного анализатора
(поля 17, 18, 19 по Бродману)**

- **17 поле** → в заднюю его часть проецируется бинокулярное зрение, а **в переднюю — монокулярное.**
- В каждом небольшом участке зрительной коры по ее глубине сконцентрированы нейроны, образующие вертикальные колонки, специализирующиеся на выполнении какой-то зрительной функции (**оценке конкретного цвета, направления движения, удаленности**).
- Однотипные колонки, реагирующие на определенный тип информации, объединяются в нейронные модули, в свою очередь осуществляющие сложные формы взаимодействия.
- Информация о разных признаках зрительных объектов обрабатывается параллельно в разных частях 17-го поля.
- Частичное его поражение обычно приводит к появлению **скотом**.

- При массивных односторонних поражениях 17-го поля появляется выпадение полей зрения с одной стороны для обоих глаз (*центральная гомонимная гемианопсия*).
- При одновременном полном двухстороннем разрушении возникает центральная слепота, которая больным субъективно переживается тяжелее, чем утрата зрения, связанная с повреждениями периферических отделов анализатора, — происходит и частичная утрата зрительных образов, хранившихся в долговременной памяти.

- При двухсторонних повреждениях передних отделов 17-го поля возникает двухсторонняя гемианопсия при которой выпадают периферические, но сохраняются центральные отделы полей зрения → остается телескопическое или трубчатое зрение.
- При небольшой патологии первичного зрительного поля может появиться снижение цветоощущения и **фотопсии** — элементарные галлюцинации в виде вспышек, искр, мельканий и т. п.
- Иногда возникают более сложные расстройства в виде **метаморфопсий** → *искажений зрения, при которых предметы воспринимаются как имеющие неправильную форму, люди кажутся изуродованными, ходящими вверх ногами и т.п.*
- Перечисленные симптомы являются признаками элементарных или сенсорных расстройств, значительно или полностью компенсируемых с помощью движений глаз.

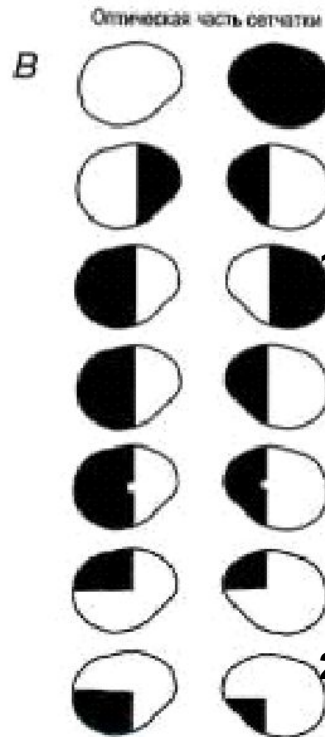
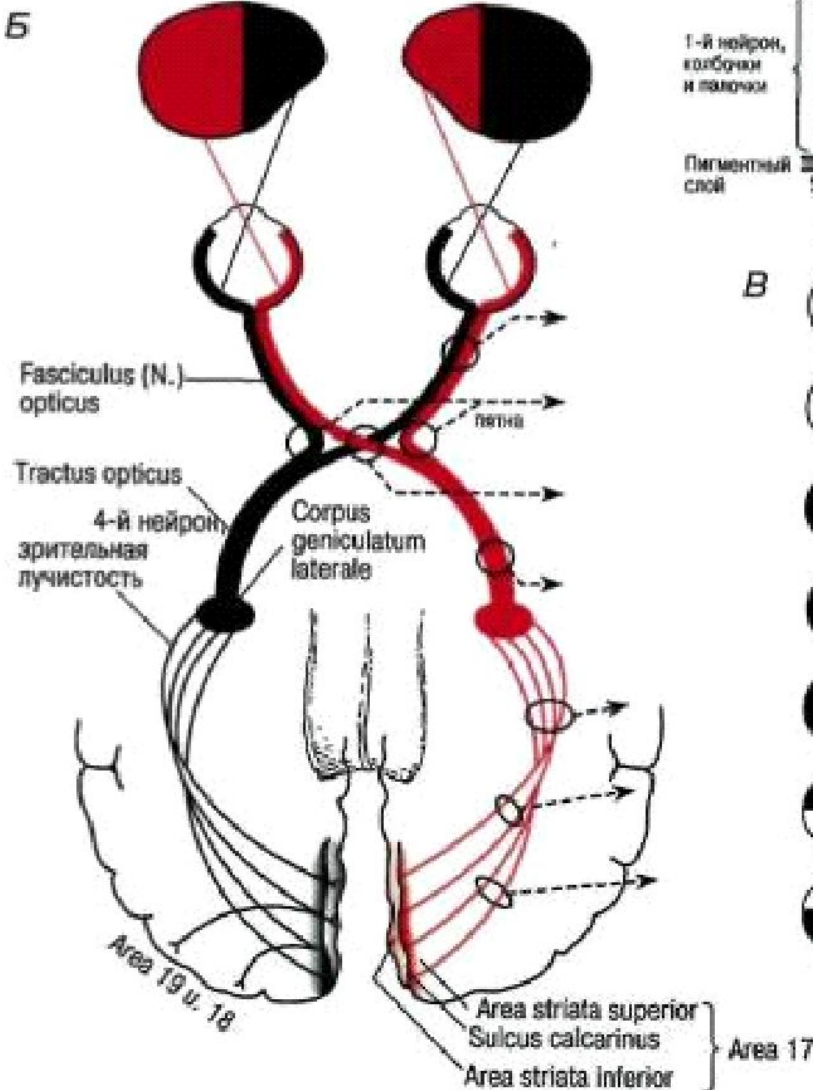


Зрительный нерв (пучок) и зрительный путь:

А - микроскопическая структура сетчатки;

Б - повреждение зрительного пути на различных уровнях;

В - соответствующие изменения полей зрения



1. Образы, воспринимаемые палочками и колбочками носовой (внутренней) половины каждой сетчатки, передаются ганглиозным клеткам, аксоны которых перекрещиваются в хиазме. Образы, воспринимаемые рецепторами височной (наружной) половины каждой сетчатки, передаются ганглиозным клеткам, аксоны которых не перекрещиваются.

2. Правая сторона зрительной системы получает информацию об объектах, расположенных слева от средней линии, и наоборот (по Ф. Блуму, А. Лейзерсону, Л. Хофстедтеру, 1988)

Особенности строения глазницы у детей

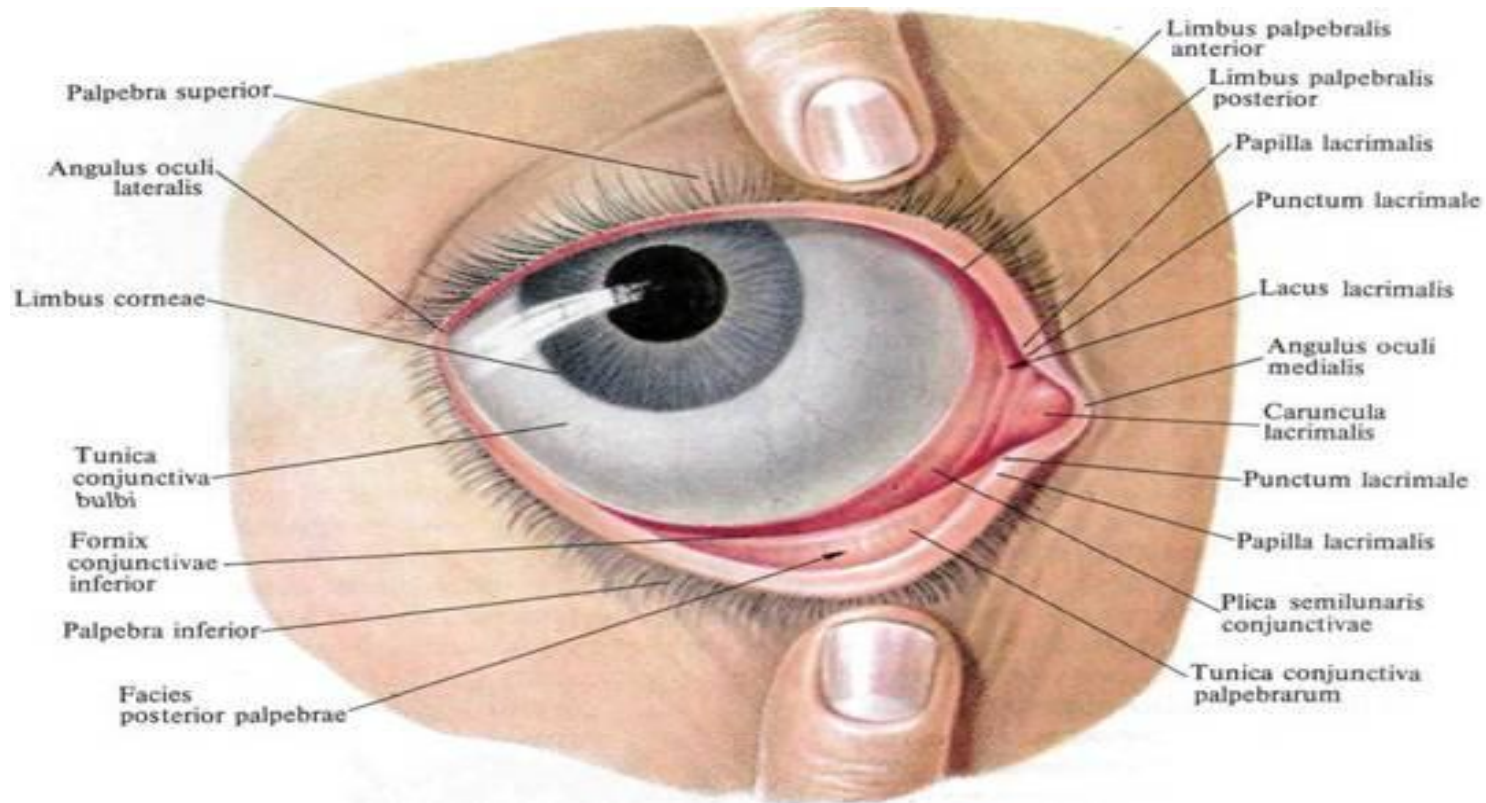
- У новорожденных горизонтальный размер орбиты больше вертикального, орбита менее емкая, поэтому может быть небольшой экзофтальм (выстояние глазного яблока).
- В норме при рождении орбиты имеют конвергентное направление (кнутри), поэтому у новорожденных до 6 месяцев наблюдается сходящееся косоглазие, что не является патологией.



Слезные органы

- **Роговица и конъюнктива** покрыты тонкой пленкой **слезной жидкости**. Слезы образуются в слезных железах, расположенных в наружной (височной) части глазницы над глазным яблоком.
- Протоки слезных желез оканчиваются в конъюнктиве позади век, над наружным "углом" глаза. При мигании слеза равномерно распределяется по роговице и конъюнктиве, и эта тонкая пленка жидкости улучшает оптические свойства поверхности роговицы.
- В небольших количествах слезная жидкость образуется непрерывно. Часть воды испаряется, оставшаяся стекает в слезный мешок, а затем и в носовую полость через слезный проток.





Конъюнктива похожа на слизистую оболочку, хотя по своему происхождению представляет продолжение наружного кожного покрова. На веках она плотно сращена с хрящами, а на остальном протяжении рыхло соединяется с подлежащими частями до края роговицы, где ее эпителиальный покров непосредственно переходит в эпителий cornea. Места перехода конъюнктивы с век на глазное яблоко носят название верхнего и нижнего сводов, *fornix conjunctivae superior et inferior*. Верхний свод глубже нижнего. Своды — это запасные складки конъюнктивы, необходимые для движения глаза и век.

Особенности слезных органов у детей

- Слезная железа к моменту рождения сформирована, но функционирует плохо, поэтому большинство новорожденных «плачут без слез».
- Роговица увлажняется за счет добавочных слезных желез, расположенных в конъюнктиве.
- Слезная железа начинает полноценно работать в 4-6 недель после рождения. У некоторых детей при рождении носослезный канал закрыт пленкой, которая мешает слезе свободно проходить в носовую полость.
- В таком случае развивается **дакриоцистит новорожденных (воспаление слезного мешка)**.
- Для профилактики этого состояния у новорожденных проводят массаж слезного мешка, при неэффективности – зондирование носослезного канала.



Зрительные функции:

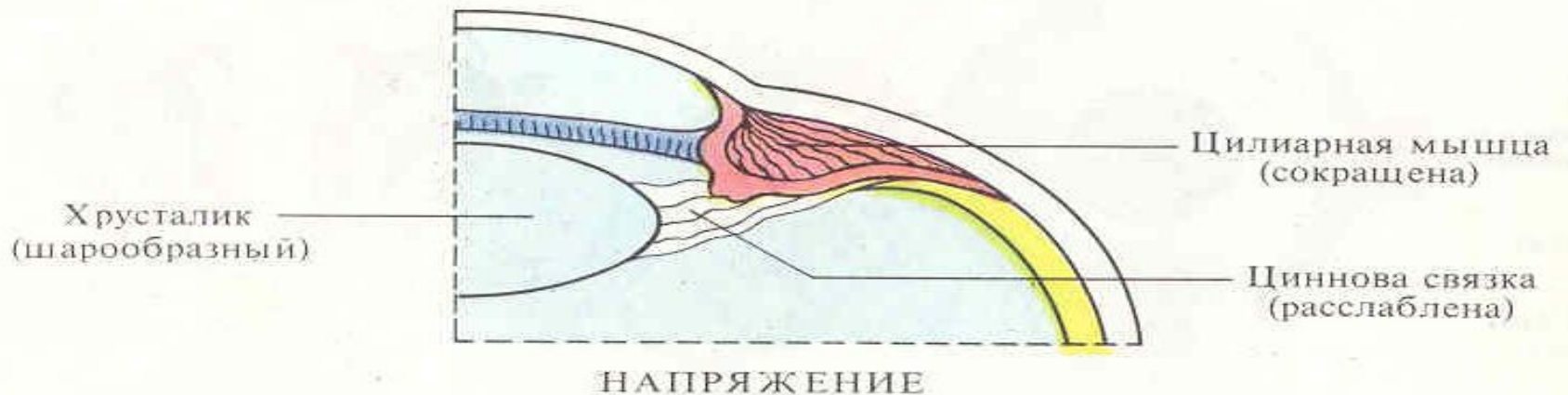
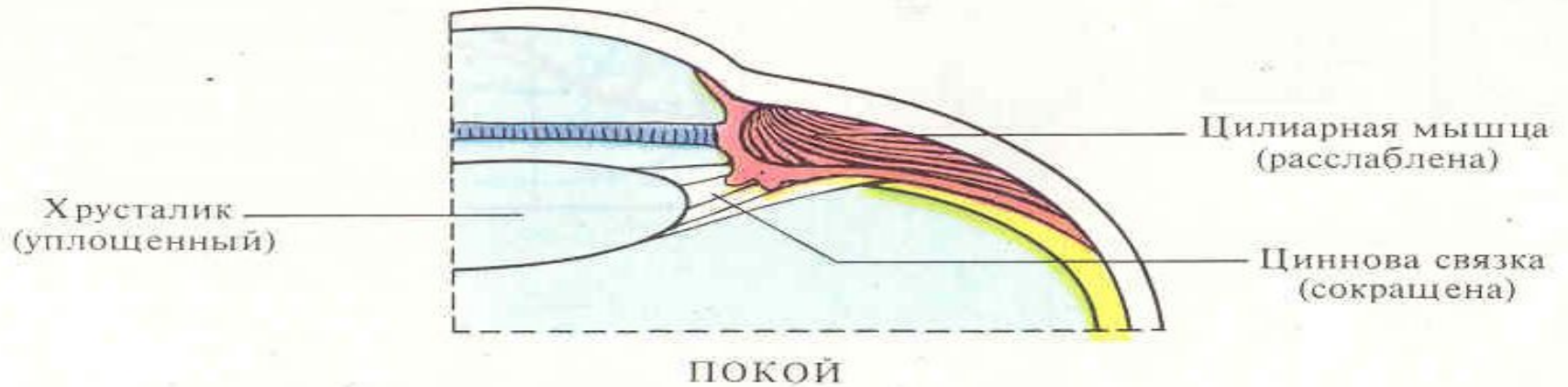
1. Острота зрения
2. Поле зрения
3. Цветовосприятие
4. Световосприятие
5. Бинокулярное зрение



Пресбиопия

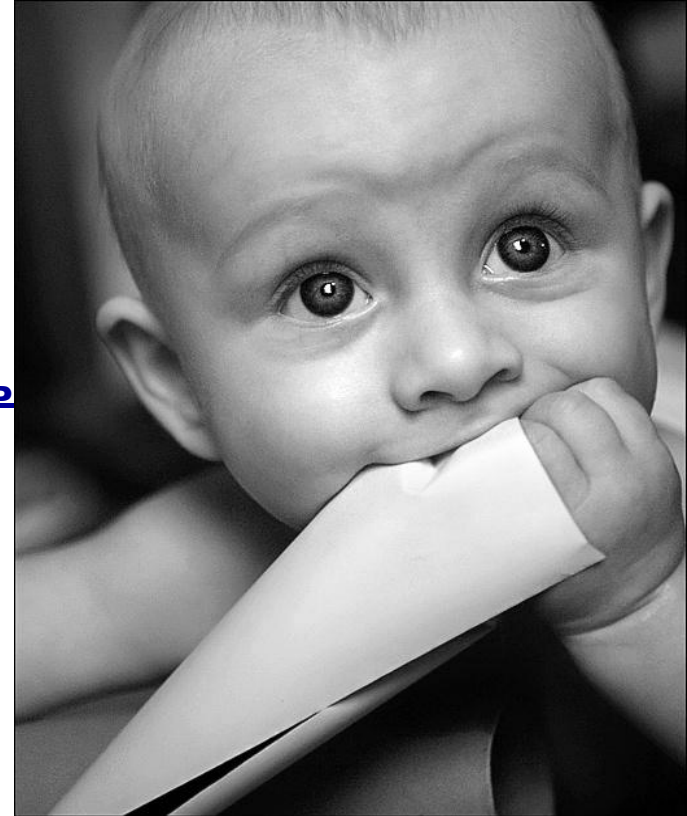
- С возрастом эластичность хрусталика падает и, по мере того как человек становится старше, способность хрусталика к аккомодации снижается.
- 10-летний ребенок может аккомодировать в среднем на 10 D, но к 50 годам аккомодация часто снижается до 2 D, а к 70 она составляет всего лишь около 0,5 D.
- Пожилым людям, у которых в остальном зрение нормальное, чтобы хорошо видеть вблизи и читать, нужны очки с выпуклыми линзами (такое состояние называется *пресбиопией*).
- - Пресбиопия – это не заболевание
- Люди любого возраста, которые систематически работают с мелкими предметами или много читают и у которых аккомодация на ближнюю точку недостаточна, должны носить корректирующие линзы. Иначе может возникнуть большая нагрузка на систему аккомодации, что вызовет усталость и головную боль.

Механизм аккомодации глаза



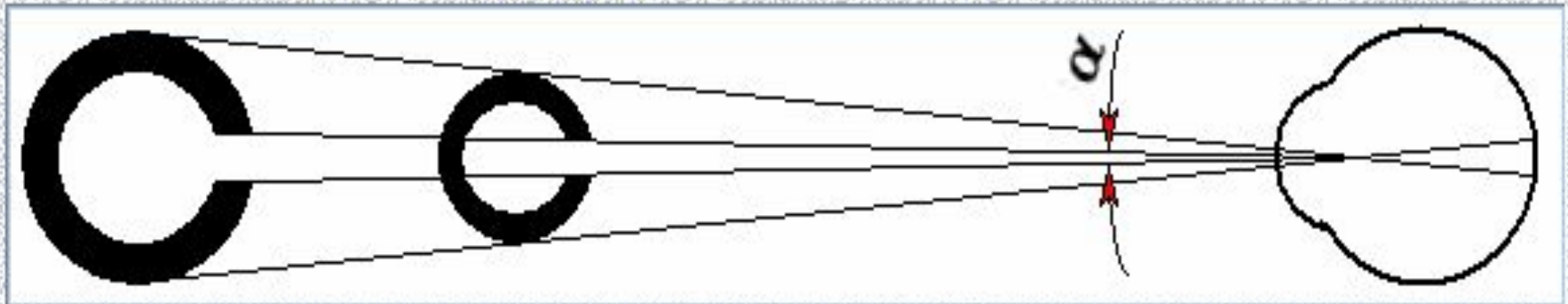
Острота зрения и методы её исследования

- Способность оптической системы глаза строить чёткое изображение на сетчатке называют остротой зрения, в основе которой лежит разрешающая способность глаза, т.е. его способность воспринимать раздельно две точки при минимальном расстоянии между ними.
- Чем мельче детали может воспринять глаз, тем выше острота его зрения или **visus**. Нормальной остротой зрения принято считать 1,0.
- Острота зрения меняется в различные периоды жизненного цикла.
- У новорожденных она очень низкая. В 4-месячном возрасте острота зрения 0,01 и к 1 году постепенно достигает 0,1-0,3.
Нормальная острота зрения становится к 5-15 годам.
- В процессе старения организма происходит постепенное снижение остроты зрения. Если принять за 100% остроту зрения в 20-летнем возрасте, то в 40 лет она снижается до 90%, в 60 лет – до 74% и к 80 годам – до 42%.



Определение остроты зрения

(простой дифференциальной остроты)



- ♦ Минимальный угол зрения α , позволяющий раздельно воспринимать две точки, характеризует остроту зрения.
- ♦
- ♦ В норме α равен одной угловой минуте.
- ♦

Единицы определения остроты зрения

Методы исследования:

- Проверка остроты зрения с помощью **ОПТОТИПОВ** (таблицы Сивцева-Головина, Орловой, Макарова). Таблицы рассчитаны на исследование зрения с расстояния 5 м. Если человек различает знаки таблицы 10 ряда с расстояния 5 м, его острота зрения равна 1,0.
- Разный размер знаков соответствует разной остроте зрения.
- **Рефлекс Пейпера** – методика определения остроты зрения у новорожденных (**резкий свет вызывает сужение зрачка и смыкание век с откидыванием головы назад**).

Примеры таблиц оптотипов



Таблица
Ландольта

Таблица
Сивцева-

Таблица для определения
остроты зрения у детей

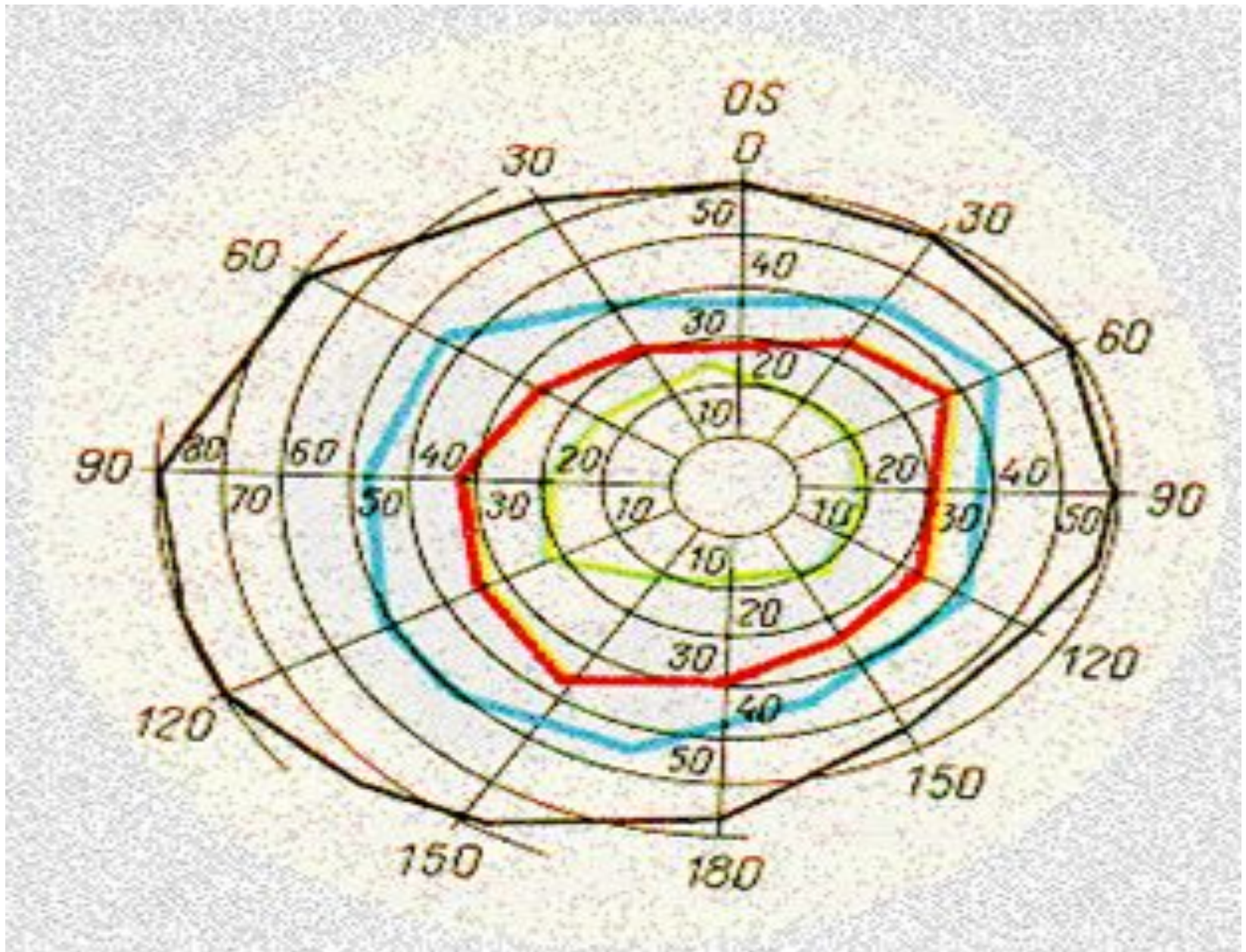
Поле зрения и методы его исследования

- **Поле зрения – это функция, обеспечивающая панорамное изображение.**

Методы исследования:

1. **Контрольный метод;**
2. **Периметрия:**
 - **Компьютерная периметрия;**
 - **Кампиметрия (поле зрения на плоскости).**
 - **Сферопериметрия (вычисление границ поля зрения).**
3. **Хроматопериметрия (исследование поля зрения в цвете).**

Поле зрения и методы его исследования



Границы цветового поля зрения

Цветовосприятие и методы его исследования

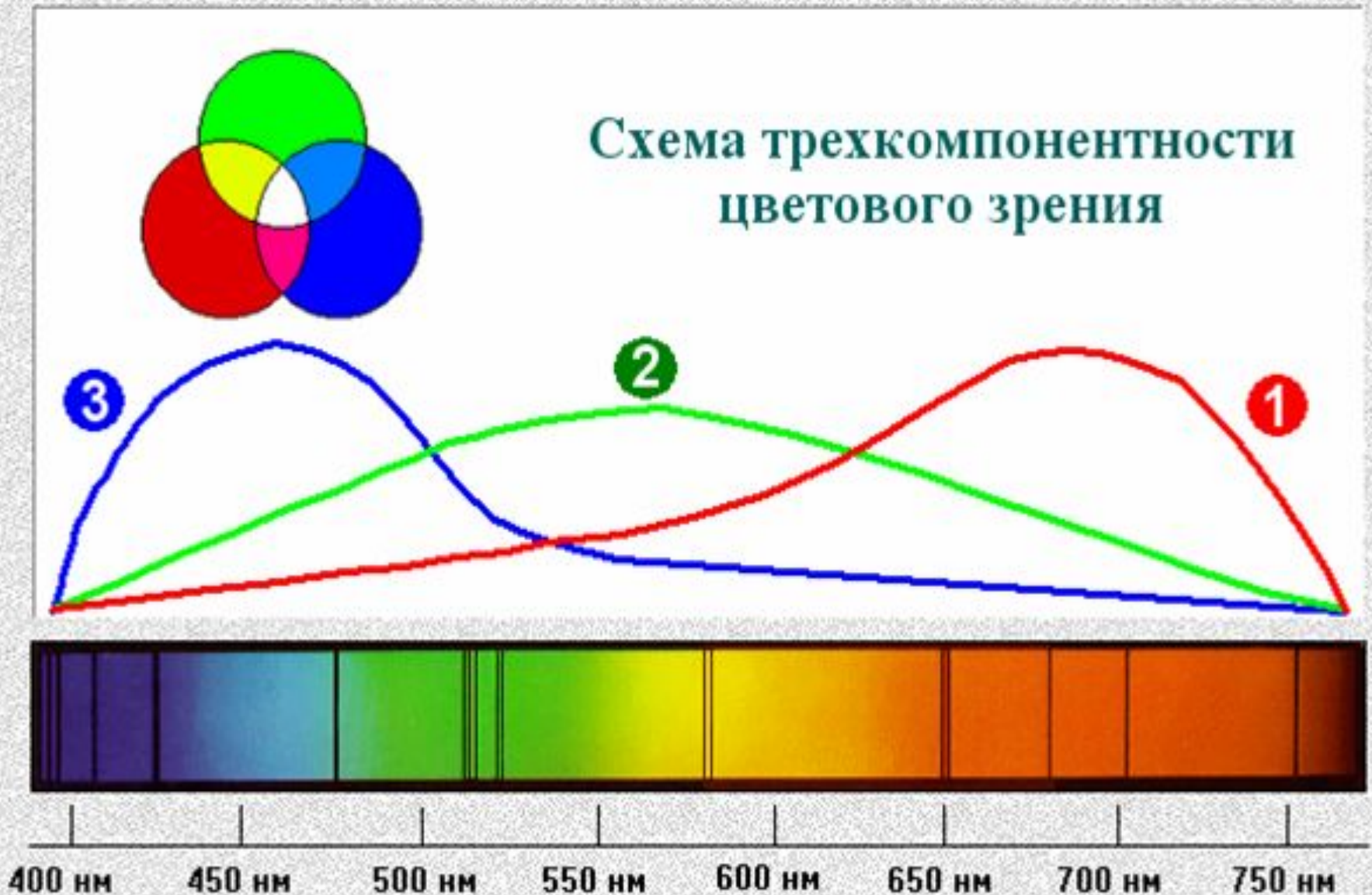
- **Цветовосприятие – это способность различать цвета.**
- **Все цветовые оттенки можно получить путем смешивания трех основных цветов – красного, зеленого и синего.**
- **В норме у человека нормальная трихромазия. Врожденные аномалии наблюдаются приблизительно у 8% мужчин и 0,5% женщин.**

Методы исследования:

- **Исследования по цветовым таблицам (таблица Рабкина)**
- **Анамалоскопия**

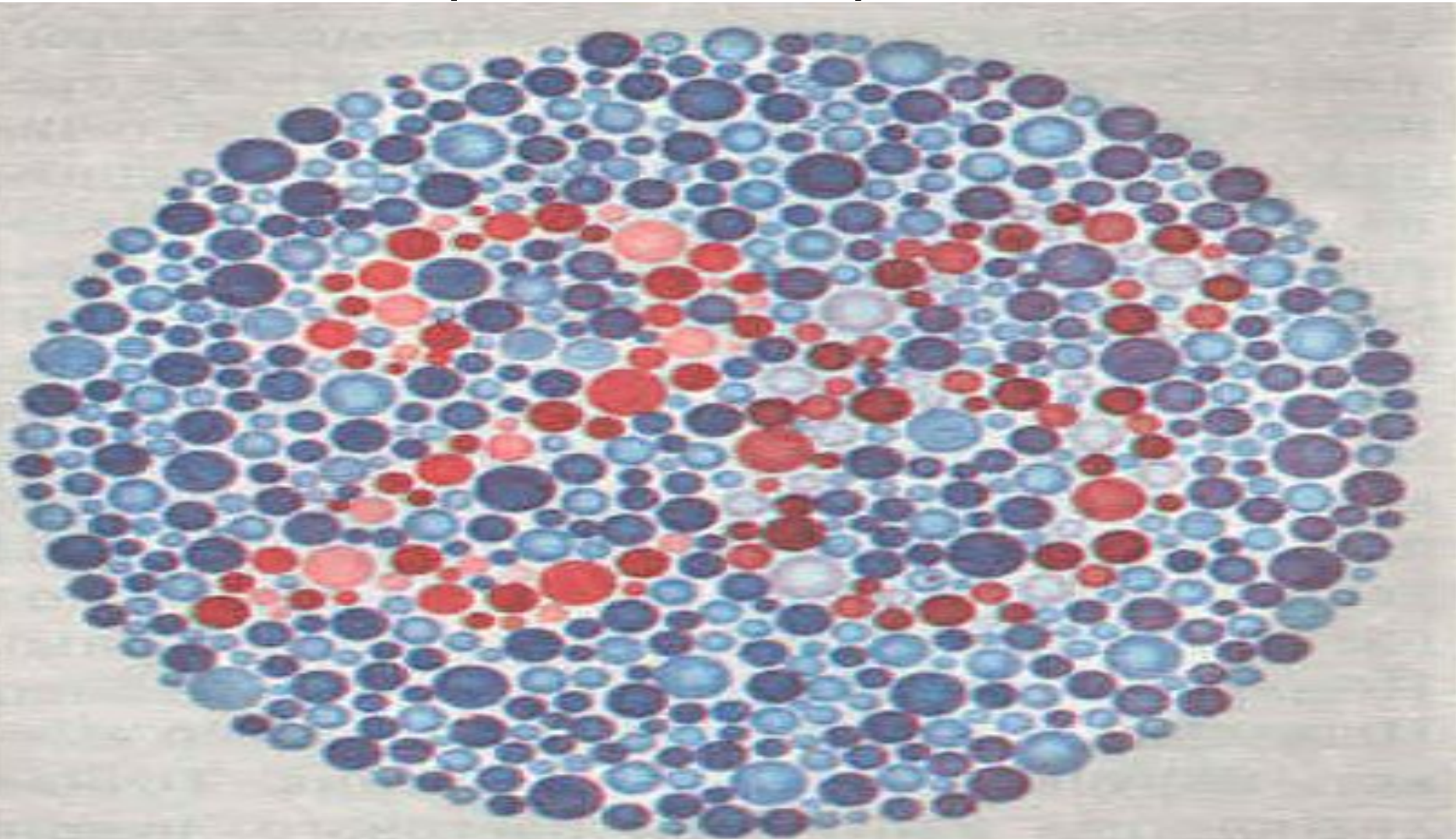
Цветовощущение

Схема трехкомпонентности
цветового зрения



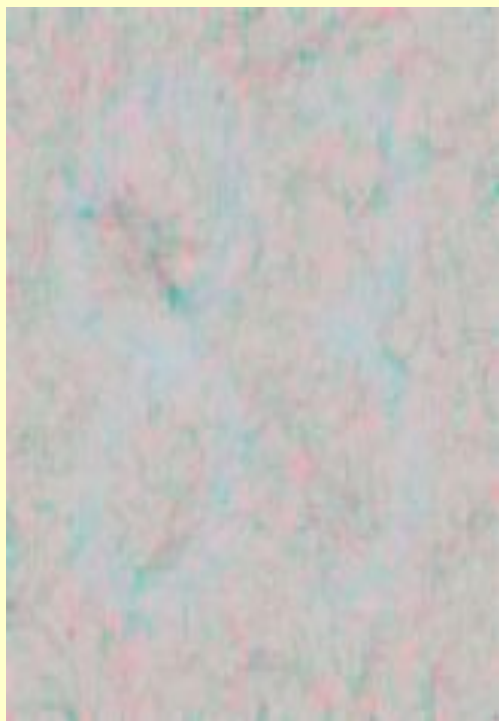
Исследование цветового зрения с помощью таблиц Рабкина

Испытуемый с нормальным цветовым зрением видит 26,
протаноп - 6, а дейтераноп - 2

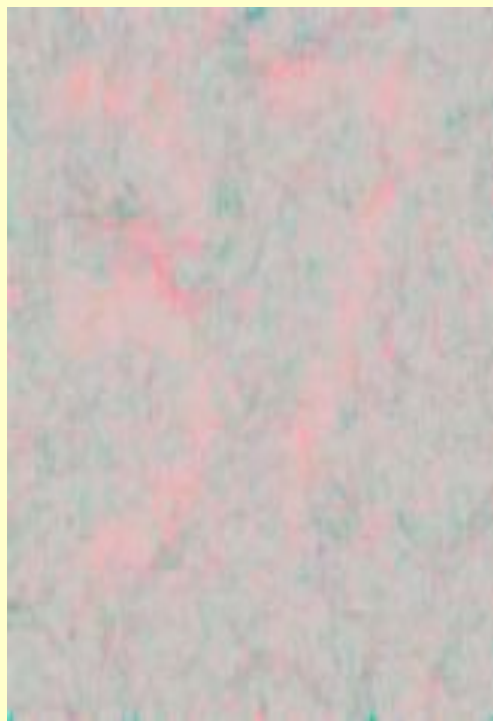


Исследование цветовосприятия





Многие люди с нарушением цветовосприятия не увидят на этом изображении число **83**



Люди с протанопией не увидят числа **37**



Люди с **дейтеранопией** не увидят числа **49**, причем цифру **9** могут не увидеть даже люди с нормальным зрением



Люди с тританопией не увидят числа **56**

Расстройства цветовосприятия

Нормальная трихромазия



Врожденные расстройства

Аномальная трихромазия

Протаномалия

Дейтераномалия

Тританомалия

Дихромазия

Протанопия

Дейтеранопия

Тританопия

Монохромазия

Приобретенные расстройства

Эритропсия

Ксантопсия

Хлоропсия

Цианопсия

Светоощущение

Светоощущение (световая чувствительность) – способность глаза к восприятию света различной яркости.

СВЕТОВАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ



Абсолютная

(порог восприятия света)



Различительная

(отличие объектов от окружающего фона по градиенту яркости)

Абсолютный порог световой чувствительности непостоянен и зависит от адаптации глаза.

Различают 2 вида адаптации:

- адаптация к свету при повышении уровня освещенности
- адаптация к темноте при понижении уровня освещенности

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**