

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИИ



***КАФЕДРА ОФТАЛЬМОЛОГИИ  
имени профессора К.Х. Орлова***

А.Н. Епихин, Ю.Н. Епихина, Н.А. Епихин

**АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ**

*Учебное пособие*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИИ

КАФЕДРА ОФТАЛЬМОЛОГИИ

А.Н. Епихин, Ю.Н. Епихина, Н.А. Епихин

**АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ**

*Учебное пособие*

Ростов-на-Дону

2016

УДК: 611.84 (075.8)  
ББК 56.7я7  
Е 67

**Анатомия органа зрения:** учебное пособие / А.Н. Епихин, Н.А. Епихин, Ю.Н. Епихина; ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России; кафедра офтальмологии. - Ростов н/Д : Изд-во РостГМУ, 2016. - 82 с.

Учебное пособие разработано в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом III поколения. В учебном пособии представлены клинико-анатомические особенности строения органа зрения. Учебное пособие носит практический характер и предназначено для студентов высших медицинских учебных заведений.

**Рецензенты:**

Бастриков Н.И., к.м.н. доцент кафедры глазных болезней

.....

Рекомендовано к печати редакционно-издательским Советом ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России.

Утверждено центральной методической комиссией ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России.

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2016 г.

Одобрено на заседании кафедры офтальмологии ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России.

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2016 г.

© 2016  
© ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России  
© А.Н. Епихин, Н.А. Епихин, Ю.Н. Епихина

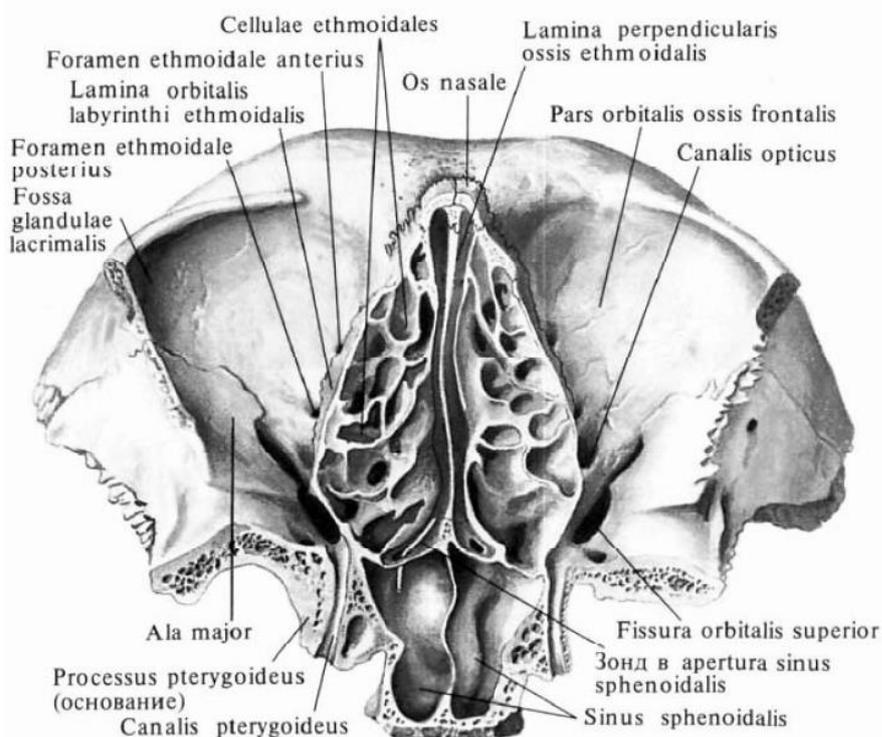
## Оглавление

I. ГЛАЗНИЦА. ....	5
II. МЫШЕЧНЫЙ АППАРАТ ГЛАЗА И ГЛАЗНИЦЫ. ....	12
III. ВЕКИ. ....	14
IV. КОНЪЮНКТИВА. ....	23
V. СЛЁЗНЫЙ АППАРАТ. ....	26
VI. ГЛАЗНОЕ ЯБЛОКО.....	29
VII. ЗРИТЕЛЬНЫЙ ПУТЬ.....	60
VIII. СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА ГЛАЗНОГО ЯБЛОК И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ. ....	67
IX. ИННЕРВАЦИЯ ГЛАЗА И ЕГО ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ.....	75

## I. ГЛАЗНИЦА.

*Глазница, или орбита (orbita)*, – углубление в черепе (парное), в котором расположено глазное яблоко с его вспомогательным аппаратом. Форма глазницы напоминает четырехгранную пирамиду, обращенную основанием к лицевой стороне, вершиной – в полость черепа. Длина переднезадней оси орбиты (глубина) 4-5 см. В области входа: вертикальный поперечник (высота) - 3,5-3,75 см, горизонтальный (ширина) - 4 см.

**Стенки глазницы.** У глазницы четыре стенки, различной толщины – более прочные по орбитальному краю, с латеральной стороны (за счет лобного отростка скуловой кости) и с верхней (утолщенная лобная кость). Наименее прочна внутренняя стенка, образованная lamina papyracea. Края основания орбиты лежат в разных плоскостях, - нижний край, относительно верхнего, расположен несколько кзади; наружный край больше остальных отступает кзади. Этим обеспечиваются большие поля зрения как кнаружи, так и книзу.



**Рис. 1.** Скелет глазниц и полости носа вид снизу

(горизонтальный распил через срединные отделы входа в глазницы).

Верхнюю стенку глазницы (рис. 1, 3) составляют в основном лобная кость (её орбитальная часть) и малое крыло клиновидной кости (в заднем отделе).

В толще лобной кости находится лобная пазуха (sinus frontalis), занимая передневнутреннюю часть верхней стенки глазницы. Граничит с передней черепной ямкой. На границе средней и внутренней трети верхнего орбитального края имеется супраорбитальное отверстие, или вырезка, – место выхода одноименных артерий и нерва. На верхней стенке, около перехода её во внутреннюю располагается костный блоковидный шип (spina trochlearis), к нему крепится сухожильная петля, через которую перекидывается сухожилие верхней косой мышцы. У верхненаружного края есть ямка, которая служит ложем для слезной железы (fossa glandulae lacrymalis) (рис. 1).

Внутренняя стенка (рис. 2, 3) образована в основном орбитальной пластинкой решетчатой кости (lamina papyracea), спереди слезная косточка, прилегающая к лобному отростку верхнечелюстной кости, сзади передняя

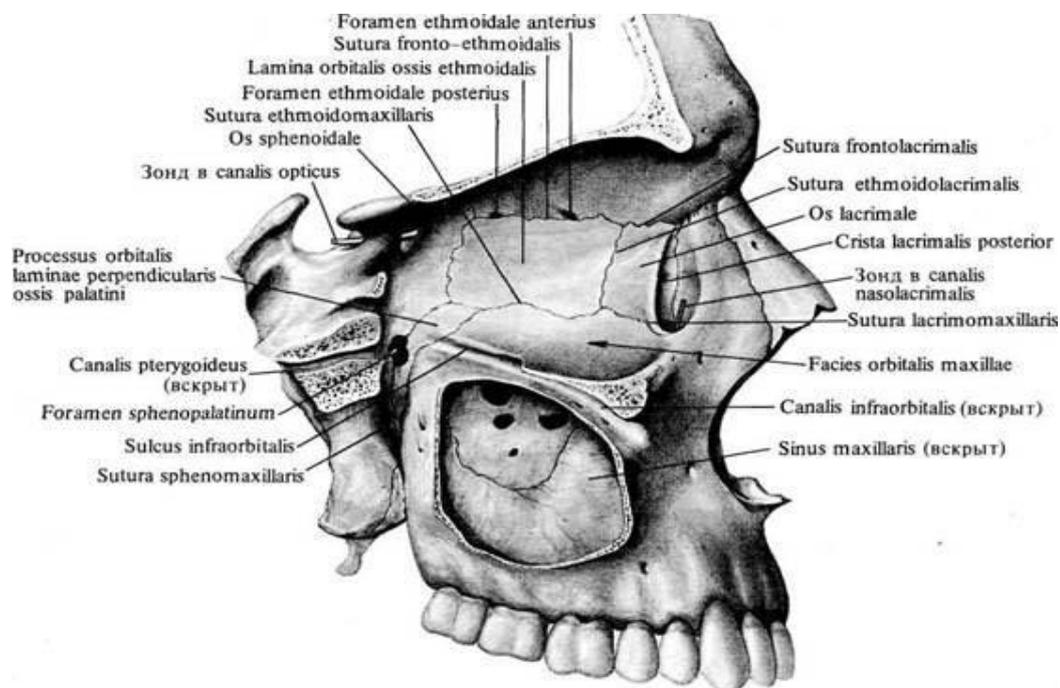
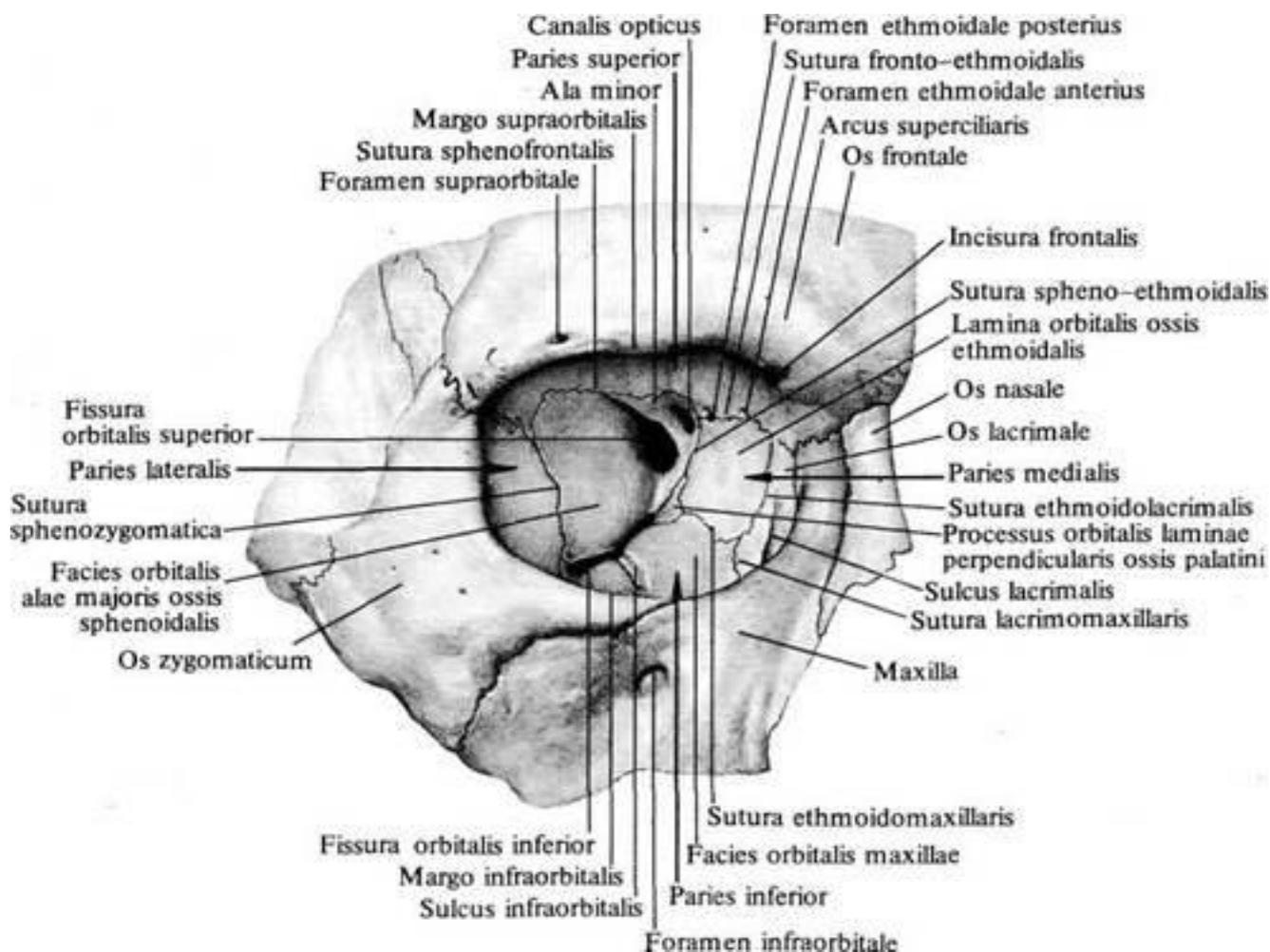


Рис. 2. Глазница (orbita) и крыловиднонёбная ямка (fossa pterygopalatina); вид справа.



**Рис. 3.** Глазница (orbita) правая, вид спереди.

часть клиновидной кости (тело), верхняя часть образована лобной костью. Внутренняя стенка отделяет глазницу от решетчатой пазухи и является самой тонкой стенкой глазницы. В передней части внутренней стенки имеется ямка для слезного мешка (*fossa sacci lacrymalis*), которая находится между передним слезным гребешком в лобном отростке верхней челюсти (*crysta lacrymalis anterior*) и задним слезным гребешком слезной кости (*crysta lacrymalis posterior*) размерами 7x13 мм в которой находится слезный мешок (*saccus lacrymalis*).

От ямки внизу начинается слезно-носовой канал (*canalis nasolacrymalis*), проходящий в стенке верхнечелюстной кости, длиной 10-12 мм. Он содержит носослезный проток (*ductus nasolacrymalis*), который открывается в нижнем носовом ходу, под нижней носовой раковиной на

1,5-2 см кзади от её переднего конца (на 3-3,5 см от наружного отверстия носа).

*Нижняя стенка* (рис. 2, 3) глазницы представлена орбитальной поверхностью верхнечелюстной кости, скуловой костью и орбитальным отростком небной кости. Она толще внутренней стенки, но тоньше остальных стенок глазницы. Нижняя стенка отделяет глазницу от челюстной пазухи.

*Наружная стенка* (рис. 3) наиболее прочная из всех и представлена лобным отрезком скуловой кости, скуловым отростком лобной кости, большим крылом клиновидной кости. Эта стенка отделяет содержимое глазницы от височной ямки.

**Отверстия глазницы** 1. *Зрительное отверстие (foramen opticum)* (рис.3) – отверстие диаметром около 4 мм круглой формы, расположенное в малом крыле клиновидной кости у вершины глазницы. Оно продолжается костным каналом длиной 5-6 мм (рис. 1, 3). Через канал проходит зрительный нерв (n. opticus) из глазницы в полость черепа, в среднюю черепную ямку. Так же входит в глазницу через этот канал и глазничная артерия (a. ophtalmica), отходящая от внутренней сонной артерии, кровоснабжающая все ткани глазницы и глазное яблоко.

2. *Верхняя глазничная щель (fissura orbitalis superior)* (рис. 3) – расположена между большим, малым крылом и телом клиновидной кости, соединяющая глазницу со средней черепной ямкой. Щель затянута соединительнотканной мембраной через которую проходят: а) глазной нерв (n. ophtalmicus) – первая ветвь тройничного нерва, разделяющийся на: носо-ресничный нерв (n. nasociliaris), слезный нерв (n. lacrymalis), лобный нерв (n. frontalis), обеспечивающий чувствительную иннервацию тканей глазницы. б) глазодвигательный нерв (n. oculomotorius); в) отводящий (n. abducens); г) блоковый (n. trochlearis); верхняя глазничная вена (v. ophtalmica superior)

3. *Нижняя глазничная щель (fissura orbitalis inferior) (рис. 3)* – располагается между большим крылом клиновидной кости и телом верхней челюсти в нижненаружном углу глазницы, соединяя орбиту с крылонебной ямкой в задней половине и нижнее-височную ямку в передней своей части. Щель затянута фиброзной перепонкой, в неё вплетаются гладкие мышечные волокна орбитальной мышцы (m. orbitalis), иннервируемой симпатическим нервом. Через нижнюю глазничную щель проникает в орбиту нижнеорбитальная артерия и одноименный нерв (a. et n. infraorbitalis), проходят в борозду нижней стенки глазницы (sulcus infraorbitalis), которая затем переходит в костный канал открывающийся нижнеорбитальным отверстием (foramen infraorbitale) (рис. 3) на лицевой поверхности верхнечелюстной кости ниже середины орбитального края на 4-12 мм. Уходит через щель нижнеглазничная вена (v. infraorbitalis), анастомозируя с венозным сплетением крылонебной ямки (plexus venosus spheno-palatinus) и глубокой веной лица (v. facialis profunda), скуловой нерв (n. zygomaticus)

4. *Круглое отверстие (foramen rotundum)* – расположено в глубине глазницы, в клиновидной кости и связывает среднюю черепную ямку с крылонебной. Через это отверстие проходит вторая ветвь тройничного нерва – верхнечелюстной нерв (n. maxillaris). От неё отходят n. infrorbitalis (в крылонебной ямке), n. zygomaticus (в нижне-височной ямке) и затем проникают в полость глазницы через нижнюю глазничную щель.

5. *Решетчатые отверстия (foramen ethmoidale anterius et posterius) (рис. 3)* – расположены в верхнемедиальной части глазницы на глубине около 2 см от орбитального края. Через отверстия проходят одноименные нервы (ветви носоресничного нерва), вены и артерии (nn., vv., et aa. ethmoidales anteriores et posteriores).

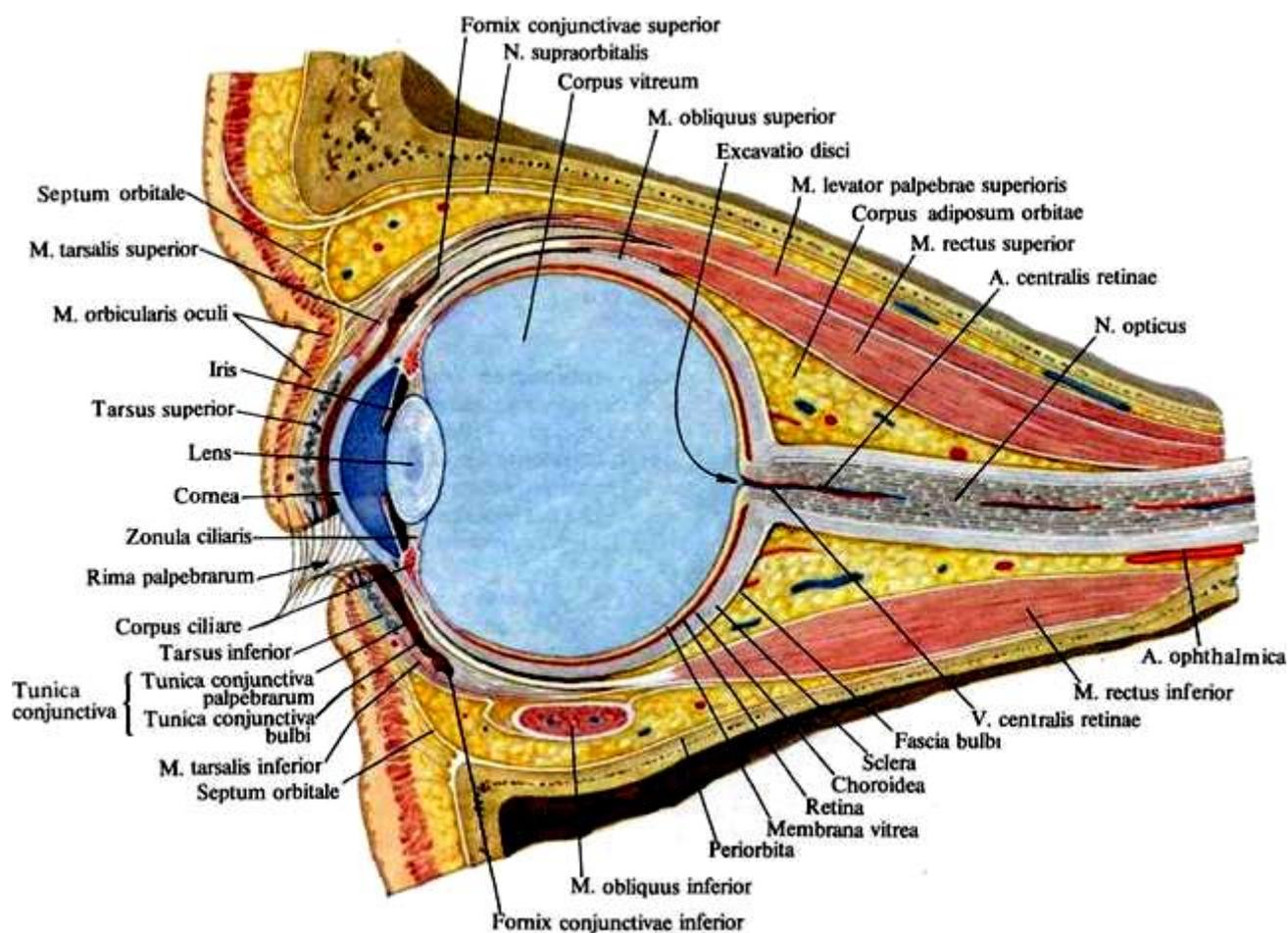
### **Фасциальный аппарат**

Край орбиты более плотный, чем стенки. Орбита с внутренней стороны выстлана тонкой, но плотной надкостницей (periorbita) (рис. 4),

которая плотно сращена с костями только по краю и в глубине орбиты у отверстия зрительного канала. Отверстие окружено сухожильным концом (anulus tendineus communis Zinii), от которого начинаются все глазодвигательные мышцы, за исключением нижней косой (крепится к нижней костной стенке глазницы, вблизи от входного отверстия носослезного канала).

В области глазничных щелей переходит через них, срастаясь с соединительнотканными мембранами. Надкостница плотно сращена с глазничной перегородкой, в местах её крепления к кости.

Во фронтальной плоскости расположена глазничная перегородка (septum orbitae) или тарзо-орбитальная фасция (fascia tarso-orbitalis) (рис. 4), которая прикрепляется к краям орбиты и орбитальными краями хрящей



**Рис. 4.** Сагиттальный разрез глазницы и глазного яблока.

век, закрывая вход в орбиту.

К орбите необходимо относить только те образования, которые лежат позади тарзо-орбитальной фасции. У медиальной стенки фасция, крепится к заднему слезному гребню слезной кости, поэтому только нижняя половина слезного мешка расположена внутри орбиты. У краев орбиты глазничная перегородка связана с тонкой соединительнотканной перепонкой – влагалищем глазного яблока (*vagina bulbi*) или теноновой капсулой (*fascia bulbi s. Tenoni*).

Капсула начинается в области выхода зрительного нерва, постепенно утолщается и достигая у экватора толщины в 3 мм, в переднем отделе постепенно истончаясь заканчивается на расстоянии 2-3 мм от лимба, окружая глазное яблоко как сумкой. Между фасцией глаза и глазным яблоком имеется щель – Теноново пространство (*spatium interfasciale s. Tenoni*). или эписклеральное, с межтканевой жидкостью, что позволяет глазному яблоку свободно вращаться. Полость глазницы заполнена жировым телом (*corpus adiposum orbitae*), отделенное от надкостницы щелевидным пространством.

Тенонова капсула делит глазницу на два отдела – бульбарный и ретробульбарный. В бульбарном - глазное яблоко и окончания мышц, для которых фасция образует влагалище. В ретробульбарном - глазницы находятся зрительный нерв, мышцы сосудисто-нервные образования и жировая клетчатка.

В глазнице находится система соединительнотканых связок связанных с Теноновой капсулой, которые удерживают глазное яблоко в подвешенном состоянии:

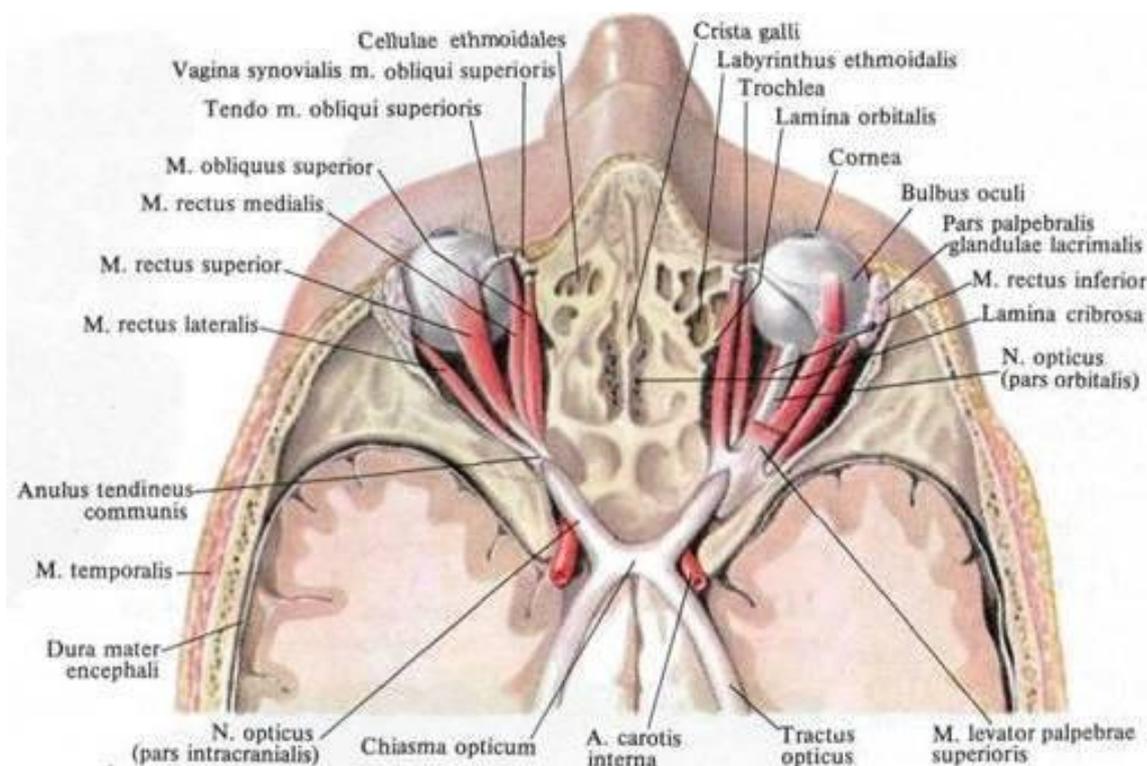
1) *retinaculum laterale* – тяжи от влагалища наружной прямой мышцы к наружной стенке глазницы; 2) *retinaculum mediale* – тяжи от влагалища внутренней и верхней прямых мышц глаза и поднимателя верхнего века к внутренней стенке глазницы и блоку; 3) *retinaculum inferius* – тяжи от

бугорка скуловой кости наружной стенки глазницы до слезной кости внутренней стенки (связка Локвуда), натянутые в виде гамака.

## II. МЫШЕЧНЫЙ АППАРАТ ГЛАЗА И ГЛАЗНИЦЫ.

К мышечному аппарату глаза относят: 4 прямые мышцы – верхняя и нижняя (m. rectus superior et inferior), латеральная и медиальная (m. rectus lateralis et medialis) и 2 косые – верхняя и нижняя (m. obliquus superior et inferior); так же в глазнице расположены - подниматель верхнего века (m. levator palpebrae superioris) и орбитальная мышца (m. orbitalis) (рис 4, 5, 30).

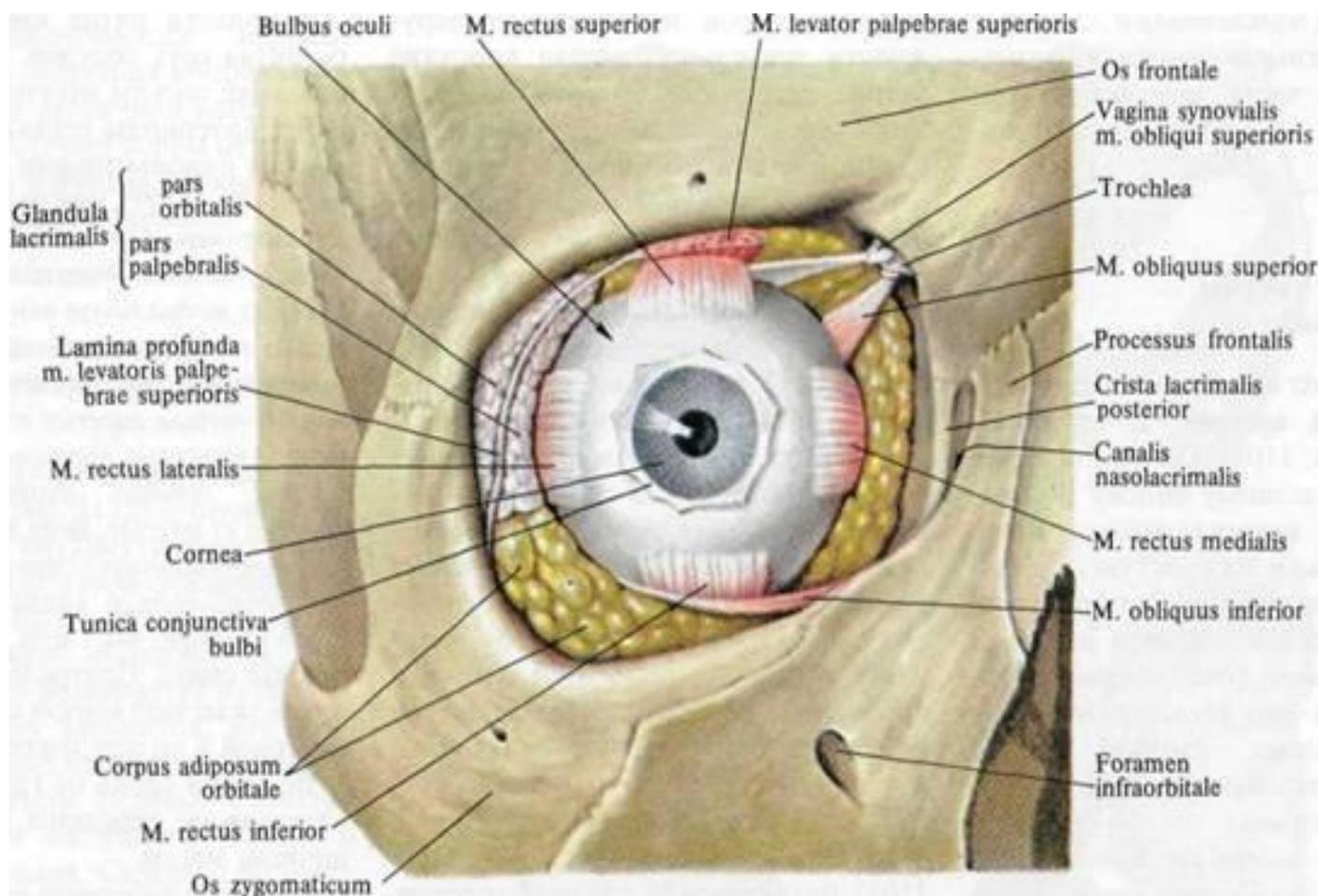
Четыре прямые мышцы и верхняя косая, а так же подниматель верхнего века начинаются от сухожильного кольца Цинна (anulus tendineus communis Zinni) (рис. 5, 30), находящегося вокруг зрительного канала глазницы.



**Рис. 5.** Мышцы глаза (m. oculi); вид сверху. (Горизонтальный разрез. Мышца, поднимающая верхнее веко, слева полностью, справа частично удалена; зрительные тракты отпрепарированы).

Все прямые мышцы глаза направляются вперед, по ходу движения дивергируя. Около экватора прорывают тенозову капсулу и прикрепляются сухожилиями к склере на разном расстоянии от лимба: внутренняя прямая мышца – 5,5-5,75 мм, нижняя – 6,0-6,5 мм, наружная – 7,0 мм, верхняя – 7,5-8,0 мм. При сокращении медиальной и латеральной прямой мышцы обеспечивается движение кнутри и кнаружи. При сокращении верхней и нижней прямой мышцы, вследствие косоого расположения линии прикрепления к склере, глазное яблоко движется как вверх вниз так и кнутри.

Верхняя косая мышца (рис. 6) от сухожильного кольца идет вперед в верхнее-внутренний угол глазницы, перекидывается через костный блок, поворачивает назад и кнаружи к глазному яблоку в виде компактного сухожилия, прикрепляется к склере позади экватора и места крепления



**Рис. 6.** Мышцы глаза (mm. oculi) правого; вид спереди.

сухожилия верхней прямой мышцы в верхне-наружном квадранте, в 16 мм от лимба. Верхняя косая мышца при сокращении ротирует глаз книзу и кнутри.

Нижняя косая мышца (рис. 6) начинается от нижневнутренней костной стенки орбиты, латеральнее места входа в носослезный канал, идет назад и кнаружи и прикрепляется к склере позади экватора и сухожилия наружной прямой мышцы в 16 мм от лимба. Нижняя косая мышца при сокращении ротирует глаз вверх и кнаружи.

Исходя из толщины мышц, самой мощной является внутренняя прямая мышца, а наиболее тонкой нижняя косая мышца. Иннервируют мышцы глаза три нерва: блоковый (n.trochlearis) – верхнюю косую, отводящий (n. abducens) – наружную прямую, глазодвигательный (n. oculomotorius) – все остальные (рис. 30).

Мышца поднимающая верхнее веко будет описана в разделе анатомии век.

Орбитальная мышца (m. orbitalis) представлена гладкими волокнами вплетающимися в соединительнотканную перепонку, затягивающую нижнюю глазничную щель.

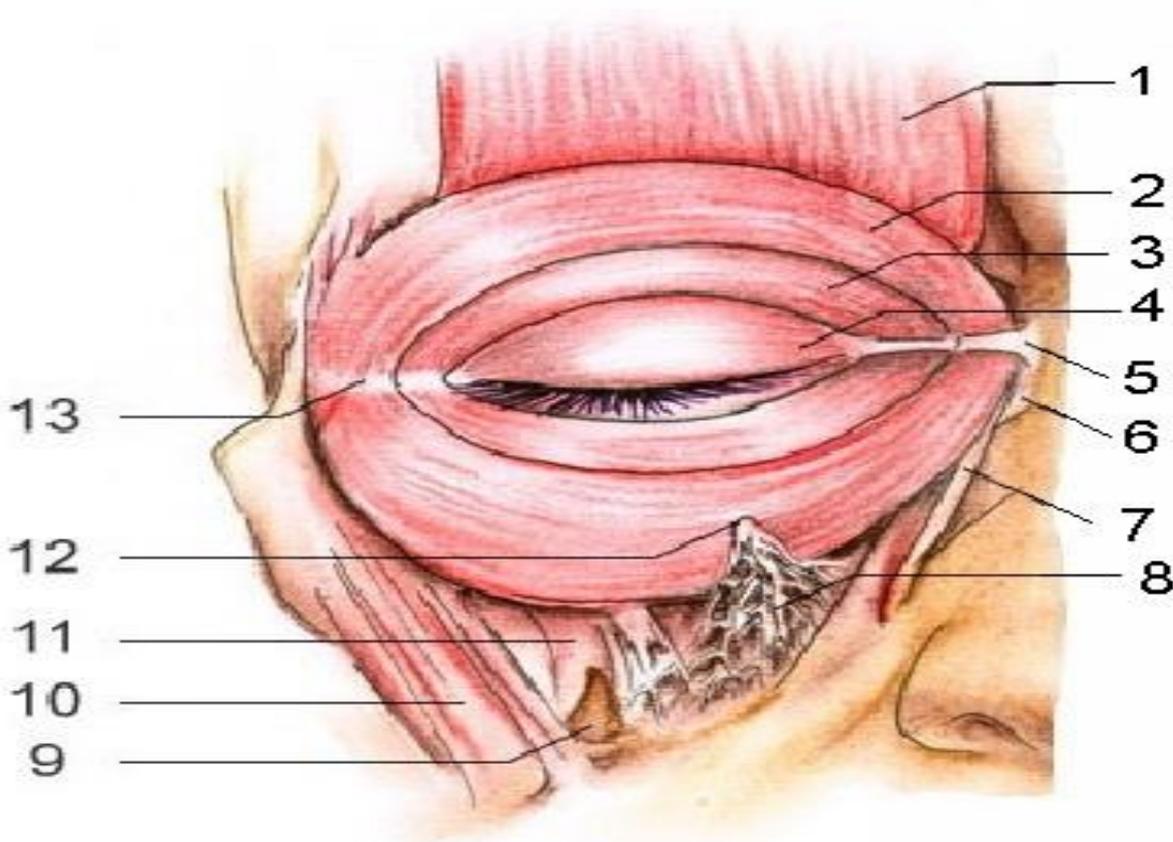
### **III. ВЕКИ.**

Веки представляют собой "пятую", мобильную переднюю стенку глазницы. Веки соединены между собой с помощью спаек (commisura palpebralis medialis et lateralis) в области углов. Внутренние края век формируют "слезное озеро" (lacus lacrimalis) (рис. 10), образованное вследствие дугообразного их изгиба за 5 мм до соединения. В озере располагается небольшое возвышение – слезное мяско (caruncula lacrimalis) и соседствующая с ним полулунная складка конъюнктивы (plica semilunaris conjunctivae). Края открытых век ограничивают пространство миндалевидной формы – глазную щель (rima palpebrarum). Ширина её равна 30 мм (у взрослого), высота в среднем отделе от 10 до 14 мм. При

нахождении век в сомкнутом состоянии глазная щель исчезает. Анатомически каждое веко состоит из двух пластин: внутренней (конъюнктивно-хрящевой) и наружной (кожно-мышечной).

### **Кожно-мышечная пластинка.**

Кожа век тонкая и нежная, легко собирается в складки, подвижная. В ней есть как сальные, так и потовые железы. Подкожная клетчатка лишена жира, рыхлая. На поверхности кожи каждого века есть орбитопальпебральная складка (*sulcus orbito-palpebrales superior et inferior*).



**Рис. 7.** Мышечный аппарат лица: 1. Лобная мышца, 2. Наружная часть круговой мышцы глаза, 3. Срединная часть круговой мышцы глаза, 4. Внутренняя часть круговой мышцы глаза, 5. Внутренний кантус, 6. Носовая мышца, 7. Мышцы поднимающие верхнюю губу, 8. Мышцы поднимающие верхнюю губу, 9. Мышца опускающая перегородку носа, 10. Большая скуловая мышца, 11. Малая скуловая мышца, 12. Подглазничный нерв, 13. Наружный кантус.

Движения век обеспечивают две группы мышц – круговая мышца век и мышца поднимающая верхнее веко.

Круговая мышца глаза лежит под кожей век и состоит из трех частей – пальпебральной, орбитальной и слезной.

*Пальпебральная часть (pars palpebralis)* представлена мышечными волокнами, дугообразно идущими от внутренней связки и переднего слезного гребня до наружной связки век. Сокращение этих мышц обеспечивает закрытие и открытие век и мигательные движения.

*Орбитальная часть (pars orbitalis)* как начинается у медиальной связки, так и заканчивается у неё, образуя циркулярный жом, проходящий через оба века параллельно краю орбиты. Сокращение мышцы происходит совместно с пальпебральной частью и приводит к плотному смыканию век – "зажмуриванию".

*Слезная часть (pars lacrymalis) или мышца Горнера (m. Horneri)* представлена глубокими мышечными волокнами, которые берут начало от заднего слезного гребня слезной кости. Они проходят позади слезного мешка и вплетаются в волокна пальпебральной части идущие от переднего слезного гребня. Таким образом слезный мешок оказывается охваченным мышечной петлей, мышца Горнера так же охватывает и слезные каналы. При смыкании-размыкании век происходит попеременное сокращение и расслабление мышц, что обеспечивает то сужение, то расширение просвета слезных точек и слезного мешка. Вследствие этого происходит всасывание слезной жидкости из конъюнктивального мешка и продвижение её по слезным каналам в полость носа. В особую группу, относящуюся к круговой мышце глаза, выделяют мышечные волокна, расположенные между корнями ресниц вокруг протоков мейбомиевых желез – *мышца Риолана (m. ciliaris Riolani)*. Их сокращение приводит к выведению секрета желез на край века и прижатию краев век к глазному яблоку.

Мышца, поднимающая верхнее веко начинается около отверстия зрительного канала, проходит под верхней стенкой глазницы и

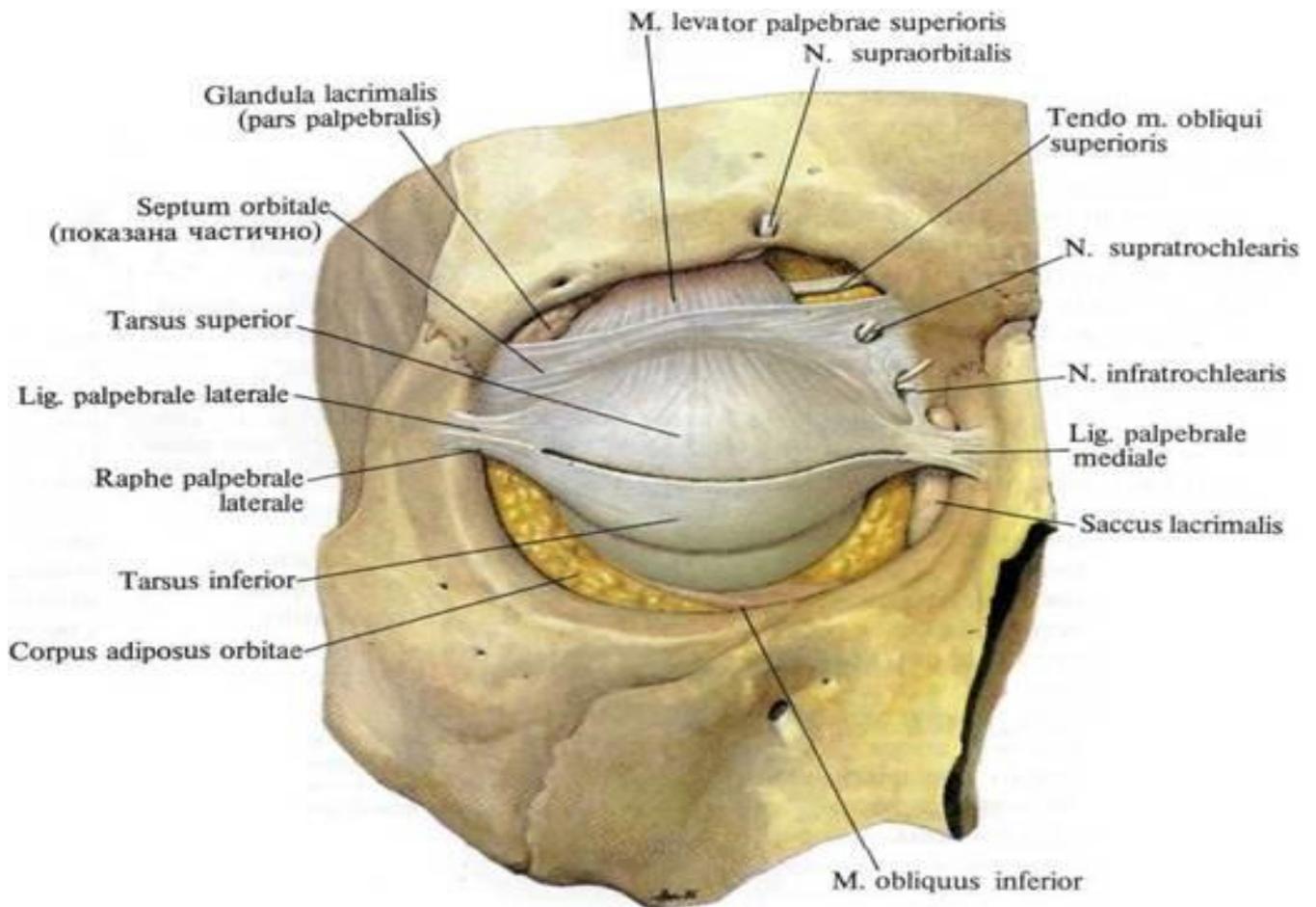
заканчивается тремя пучками. Поверхностная часть прикрепляется под кожей верхнего века проходя сперва через тразо-орбитальную фасцию. Средняя часть из тонкого слоя гладких волокон (*m. Mulleri*) прикрепляется к верхнему краю хряща. Глубокая часть крепиться к верхнему своду конъюнктивы. С помощью такого строения мышцы возможно одновременное поднятие всех слоев век.

Нижнее веко оттягивается вниз фасциальными отростками от влагалища нижней прямой мышцы, вплетенными в слаборазвитую мышцу (*m. tarsalis inferior*).

### **Конъюнктивально-хрящевая пластинка.**

Основу век составляет так называемый "хрящ" век (*tarsus*), расположенный за круговой мышцей глаза и представленный плотной соединительной тканью в которой отсутствуют хрящевые клетки. Хрящи век (*tarsus superior et inferior*) (рис. 8) имеют вид выпуклой пластинки толщиной 1 мм, длиной около 20 мм и высотой верхнего века 10-12 мм, нижнего 5-6 мм. Двумя связками (*lig. palpebrale mediale et laterale*) они соединены со стенками глазницы в соответствующих углах век. Медиальная связка подходит к переднему и заднему слезным гребешкам, латеральная крепится к костному выступу (*tuberculum orbitae*) и надкостнице скуловой кости. Орбитальные края век связаны с краями глазницы с помощью тарзо-орбитальной фасции.

Внутри хрящевой пластинки расположены продолговатые альвеолярные железы (видоизмененные сальные) – мейбомиевы (*glandulae tarsales*). Они идут параллельными рядами в количестве около 25 в верхнем хряще и 20 в нижнем, открываясь выводными протоками на свободном крае век вблизи его заднего ребра. Липидный секрет продуцируемый железами предохраняет от переливания слезы через край век, защищает эпителий от мацерации, образует наружный слой прероговичной слезной пленки, защищающей роговицу от высыхания.



**Рис. 8.** Верхний и нижний хрящи век, *tarsi palpebrarum superior et inferior*, правый глаз; вид спереди.

Свободный край века ограничен передним и задним ребром (*limbi palpebrales anteriores et posteriores*). Между ними существует пространство шириной около 2 мм – межреберное или интермаргинальное, в котором расположены в 2-3 ряда корни ресниц, в волосяные фолликулы которых открываются железы Цейса (сальные) и Молля (видоизмененные потовые), так же протоки мейбомиевых желез. В медиальной части век, у слезного озера, есть небольшие возвышения – слезные сосочки (*rappila lacrymalis*), погруженные в слезное озеро. На их поверхности открываются точечные отверстия (*punctum lacrymale*), продолжающиеся в слезные канальца.

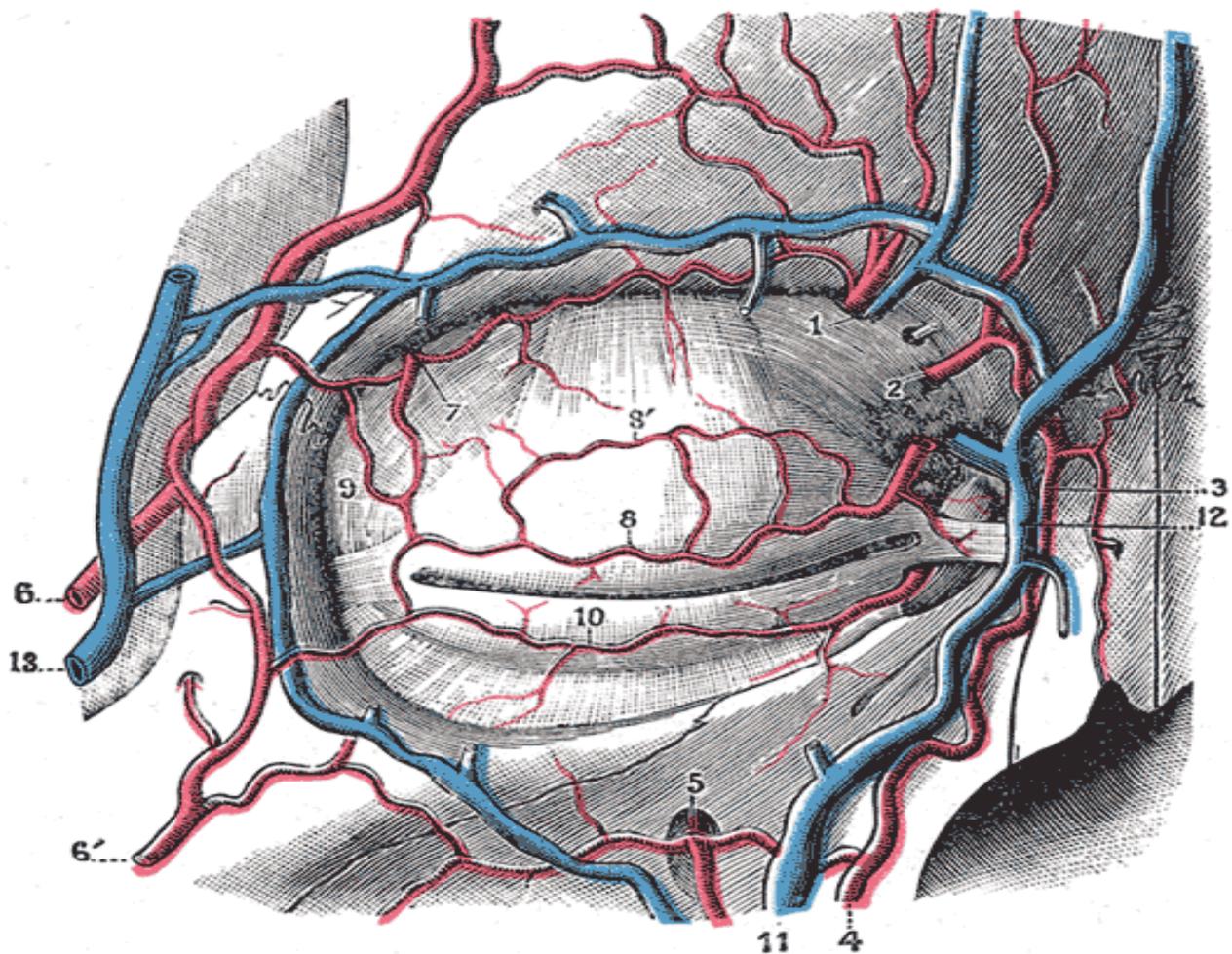
Задняя поверхность век покрыта слизистой оболочкой (конъюнктивой), которая плотно сращена с хрящами, за пределами

которых образует подвижные своды – малодоступный осмотру глубокий верхний и легкодоступный нижний. Более подробная информация изложена в следующем разделе.

### **Сосудистая система век.**

Веки обильно кровоснабжаются из двух систем: внутренней сонной артерии – ветви глазной артерии (*a. ophtalmica*), слезная артерия (*a. lacrymalis*), надглазничная артерия (*a. supraorbitalis*) и наружной сонной артерии – анастомозы от лицевой (*a. facialis*), верхнечелюстной артерии (*a. maxillaris externa*), поверхностной височной артерии (*a. temporales superfacialis*).

В глубине век между хрящом и круговой мышцей глаза проходят артериальные дуги (*arcus tarseus superior et inferior*) (рис. 9) на расстоянии 1-3 мм от свободного края век, поэтому их называют краевыми (*arcus tarseus marginalis*). Образованы эти дуги путем слияния входящих со стороны носа из орбиты от глазной артерии (*a. ophtalmica*) в оба века медиальных пальпебральных артерий (*aa. palpebrales mediales superioris et inferioris*) и с височной стороны латеральных артерий век (*aa. palpebrales laterales superioris et inferioris*), отходящих от слезной артерии (*a. lacrymalis*). На верхнем веке чаще проходит две дуги. Вторая расположена в месте соединения хряща с тарзо-орбитальной фасцией и называется "периферической" (*arcus tarsus periphaericus*). Дуги верхнего века анастомозируют между собой вертикальными веточками. Артериальные дуги питают все ткани век, а так же прободая хрящ, выходят мелкими ветками – перфорирующими артериями (*aa.perforantes*) в конъюнктиву. Артериям век сопутствуют одноименные вены представленные глубокой и поверхностной сетью. Венозная кровь оттекает не только в венозную сеть лица, но и в вены глазницы, вследствие отсутствия клапанов. Между венами лица и глазницы есть ряд анастомозов: угловая вена (*v. angularis*) – проходит возле внутреннего угла век и соединяет переднюю лицевую вену (*v. facialis anterior*) с верхней глазничной веной



**Рис. 9.** Артерии и вены верхнего и нижнего века.

1 – надглазничная артерия и вена, 2 – артерия носа, 3 – угловая артерия (конечная ветвь лицевой артерии – 4), 5 – надглазничная артерия, 6 – передняя ветвь поверхностной височной артерии, 6 – ветвь поперечной артерии лица, 7 – слезная артерия, 8 – верхняя артериальная дуга века, 9 – анастомозы верхней дугой века с поверхностной височной и слезной, 10 – нижняя артериальная дуга века, 11 – лицевая вена, 12 – угловая вена, 13 – ветвь поверхностной височной вены.

(v. ophthalmica superior); вены соединяющие со слезной веной (v. lacrymalis); вены соединяющие с поверхностной височной (v. temporalis superficialis) (рис. 9).

Лимфатическая система представлена хорошо разветвленной сетью, расположенной на передней и задней поверхности хрящей. Лимфатические

сосуды верхнего века впадают в передние лимфатические узлы, нижнего – в подчелюстные.

### **Иннервация век.**

Чувствительная иннервация век осуществляется за счет ветвей тройничного нерва: верхнего века – глазничный нерв (1 –я ветвь), нижнего века – верхнечелюстной нерв (2-я ветвь.)

Глазничный нерв, иннервирующий верхнее веко, делится на три ветви (рис. 28, 29): лобный (*n. frontalis*), слезный (*n. lacrymalis*), носоресничный (*n. nasociliaris*). Наружную часть века снабжает слезный нерв, который выходит под кожу над латеральной связкой век. Среднюю часть века и кожу лба снабжает надглазничный нерв (ветвь лобного нерва) – проходит кнутри от середины верхнего края орбиты через надглазничную вырезку и сам лобный нерв, который выходит медиальнее. Внутреннюю часть века выше медиальной связки снабжает надблоковый нерв (*n. supratrochlearis*), являющийся ветвью лобного нерва и выходящий кнутри от него, но латеральнее блока. А часть ниже медиальной связки век и частично кожу боковой стенки носа иннервирует подблоковый нерв (*n. infratrochlearis*), он является ветвью носоресничного нерва.

Продолжением верхнечелюстного нерва, является подорбитальный нерв (*n. infraorbitalis*), который иннервирует среднюю и внутреннюю часть кожи нижнего века, его конъюнктиву, а так же кожу боковой стенки носа, частично к слезный канал, слезный мешок, щеку и верхнюю губу. Она выходит из подглазничного отверстия лицевой поверхности верхнечелюстной кости ниже середины орбитального края на 4-12 мм. Латеральную часть кожи и конъюнктивы иннервирует скуло-лицевой нерв (*n. zygomatico-facialis*), отходящий от скулового нерва (*n. zygomaticus*), который является ветвью верхнечелюстного нерва (*n. maxillaris*).

Так же частично в иннервации латеральной части верхнего и нижнего века, кожи передней части виска и скуловой области участвуют

ветви височно-скулового нерва (n. zygomatico-temporalis), отходящего от скулового нерва (n. zygomaticus).

Двигательная иннервация мышц век осуществляется лицевым и глазодвигательным нервами. Лицевым нервом, его скуловыми и передневисочными ветвями, иннервируется круговая мышца глаза. Ветви входят с нижнелатеральной стороны. Скуловая ветвь иннервирует половину мышцы ниже глазной щели, передневисочная – выше глазной щели.

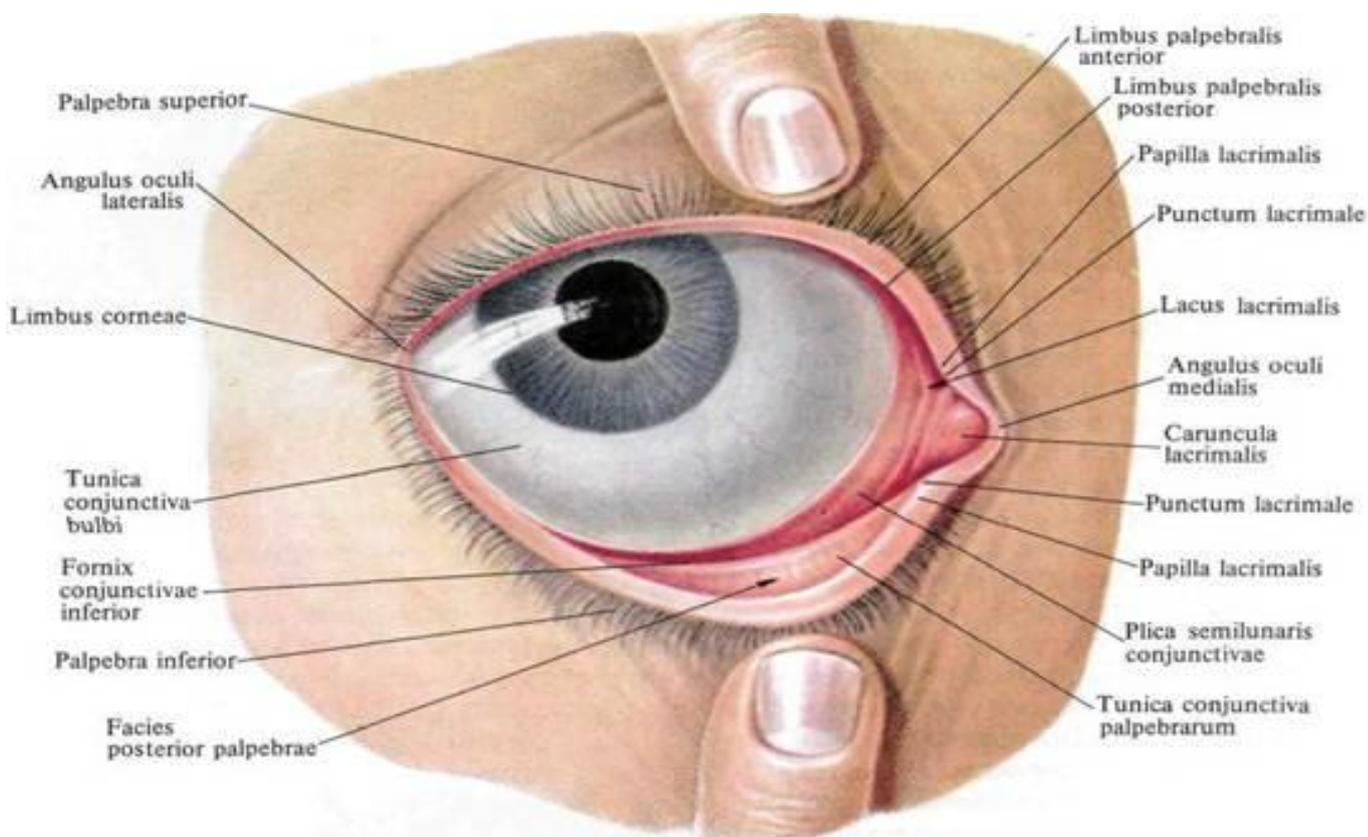
Глазодвигательным нервом иннервируется поверхностная и глубокая часть мышцы поднимающей верхнее веко, средняя часть (мышца Мюллера) – симпатическими нервными волокнами шейного нерва.

#### IV. КОНЪЮНКТИВА.

Конъюнктива – тонкая слизистая оболочка (до 0,1 мм), покрывающая заднюю поверхность век и переднюю поверхность глазного яблока до лимба (рис. 10).

В конъюнктиве выделяют 3 отдела: конъюнктиву век, конъюнктиву переходной складки и конъюнктиву глазного яблока.

Конъюнктива век покрывает хрящ век сзади (*conjunctiva tarsi*) и плотно сращена с подлежащей тканью. Конъюнктива хряща покрыта двухслойным цилиндрическим эпителием содержащим бокаловидные клетки, которые продуцируют муцин. Конъюнктива края века гладкая, но в 2-3 мм от свободного края хряща начинается шероховатость, вследствие выступающих здесь сосочков. Сквозь конъюнктиву по краю век просвечиваются мейбомиевы железы.



**Рис. 10.** Веки правый глаз (верхнее веко сильно оттянуто кверху, нижнее веко отвернуто, виден нижний свод конъюнктивы).

На границе конъюнктивы хряща со сводом есть добавочные слезные железы Вольфринга – 3 у верхнего края верхнего хряща и 1 у нижнего края нижнего хряща.

Конъюнктив переходной складки или свода (*conjunctiva fornicis*) гладкая, рыхло соединена с подлежащими тканями и покрыта 5-6 слойным цилиндрическим эпителием с множественными бокаловидными слизистыми клетками. В рыхлой соединительной ткани содержатся лимфоциты, которые могут образовывать скопления в виде фолликулов.

В конъюнктиве сводов так же находятся добавочные слезные железы Краузе – 6-8 на нижнем веке и 15-40 на верхнем.

Конъюнктив глазного яблока гладкая, рыхло соединена со склерой (на всем протяжении кроме лимба) и покрыта плоским неороговевающим эпителием. Содержит клетки Бехера и Манца (поясок шириной 1,5 мм вокруг лимба) продуцирующие муцин.

Между закрытыми веками и глазным яблоком конъюнктив образует щелевидную полость – конъюнктивальный мешок (*saccus conjunctivalis*). С медиальной стороны конъюнктивальный мешок достигает внутреннего угла глаза, где находятся слезное мяско и полулунная складка. С латеральной – выходит за пределы наружного угла век. Сверху выходит за орбито-пальпебральную борозду, снизу приблизительно соответствует ей. Глубина сводов различна: верхнего – 10 мм, нижнего – 8 мм. В латеральной части верхнего конъюнктивального свода открываются выводные протоки главной слезной железы.

Кровоснабжение конъюнктивы век и переходных складок в основном осуществляется за счет перфорирующих артерий (*aa. perforantes*) отходящих от артериальных дуг век. И еще с помощью задних конъюнктивальных артерий (*aa. conjunctivales posteriores*).

Конъюнктив глазного яблока кровоснабжается двумя слоями сосудов – поверхностным и глубоким.

Поверхностный слой образуется сплетениями перфорирующих артерий и веточек передних цилиарных артерий. Ветви перфорирующих артерий идут от сводов к роговице, не доходя до лимба, и относятся к задним конъюнктивальным сосудам. К передним конъюнктивальным сосудам относятся передние конъюнктивальные артерии (aa. conjunctivales anteriores), отходящие от передних цилиарных артерий (aa. ciliares anteriores), идущие от роговицы к сводам. Передние цилиарные артерии отходят от глазной артерии, как артерии прямых мышц глаза, но не заканчиваются в области их прикрепления, а направляются к лимбу, где делятся на веточки, не доходя до него 2-3 мм.

Глубокий слой так же представлен веточками передних цилиарных артерий - эписклеральными артериями (aa. episclerales). Они лежат в глубоких слоях конъюнктивы, направляясь к роговице, образуют вокруг неё густую краевую сеть капилляров – перикорнеальная сеть.

Вены конъюнктивы сопровождают одноименные артерии. Отток крови идет по двум путям: по системе вен век в систему лицевых вен и по передним конъюнктивальным венам впадающих в передние цилиарные вены, входящие в систему вен глазницы.

Конъюнктива хорошо снабжена сетью лимфатических сосудов. Отток лимфы от конъюнктивы верхнего века идет в предушные лимфатические узлы, от нижнего – в подчелюстные.

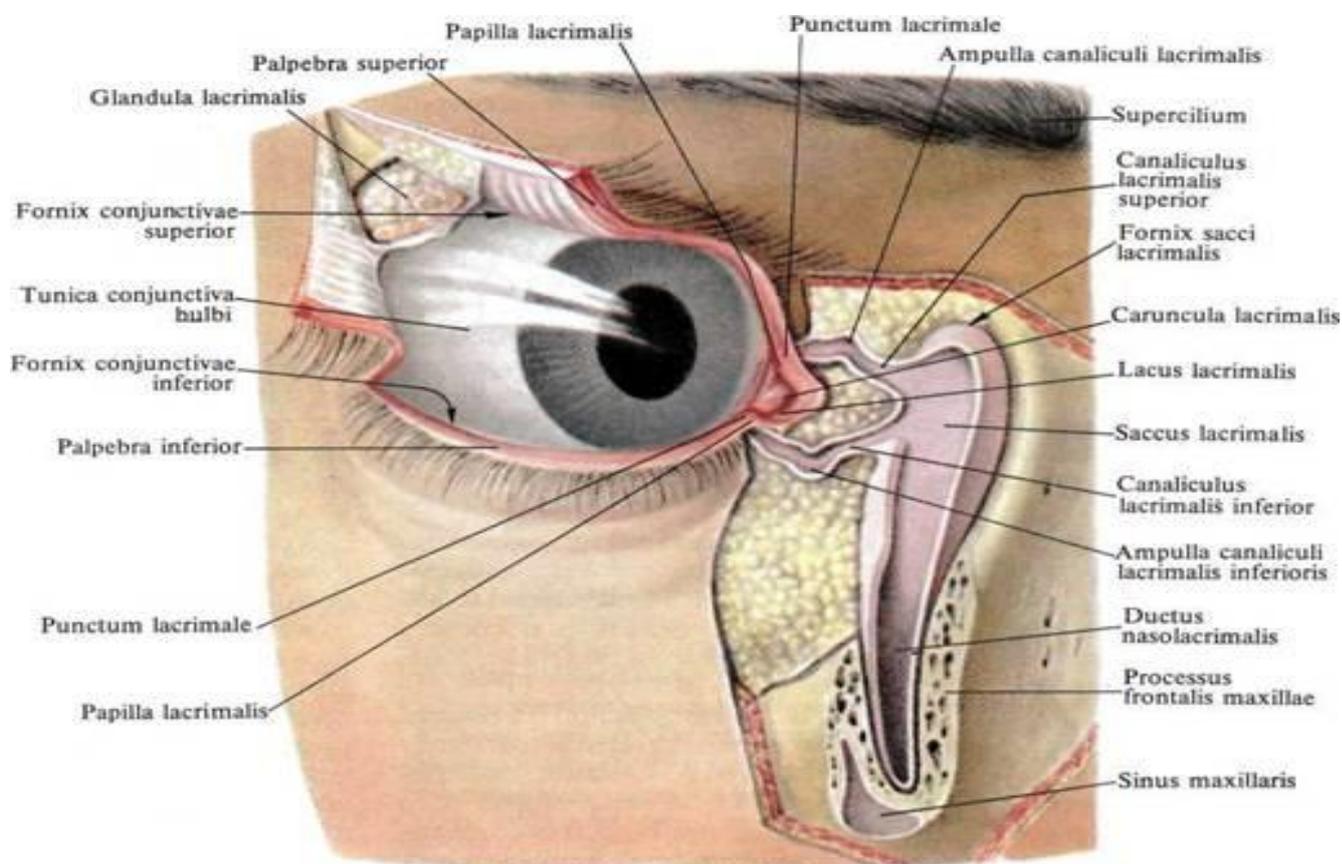
Чувствительная иннервация конъюнктивы в латеральной половине обеспечивается слезным нервом, в медиальной – подблоковым нервом.

## V. СЛЁЗНЫЙ АППАРАТ.

Слезный аппарат представлен двумя частями - слёзопroduцирующими и слезоотводящими органы.

### Слезопroduцирующие органы.

Они представлены слезной железой и добавочными слезными железами. Слезная железа (*glandula lacrimalis*) лежит под верхне-латеральным краем орбиты в костной ямке (*fossa glandulae lacrimalis*), прикрытая тарзо-орбитальной фасцией (рис. 1, 11). Состоит из трубчатых желез собранных в дольки. Железа поделена на две неравные части участком апоневроза мышцы поднимающей верхнее веко. Первая, верхняя часть называется орбитальной (*pars orbitalis glandulae lacrimalis*) и имеет в 2 раза большую площадь по сравнению с нижней – пальпебральной (*pars palpebralis glandulae lacrimalis*). Орбитальная часть лежит выпуклой частью в слезной ямке,



**Рис. 11.** Слезная железа (*glandula lacrimalis*) и носослезный канал (*canalis nasolacrimalis*) правые; вид спереди.

пальпебральная несколько кпереди и ниже, над верхним сводом конъюнктивы. Эти части соединены между собой перешейком (isthmus) и вместе с ним имеют вид боба, в вырезке которого крепиться апоневроз леватора верхнего века. Железа поддерживается соединительнотканными связками, которые крепятся к надкостнице верхней стенки орбиты. Выводные протоки орбитальной части проходят сквозь пальпебральную часть железы, присоединяя к себе часть её протоков. Протоки открываются в латеральной части верхнего свода возле верхнего края хряща. Слезная железа задействуется при стрессовых ситуациях, попадании инородного тела.

Добавочные железы представлены – железами Вольфринга и Краузе. Первые находятся на границе конъюнктивы хряща со сводом в количестве 3 у верхнего края верхнего хряща и 1 у нижнего края нижнего хряща. Вторые в конъюнктиве сводов – 6-8 на нижнем и 15-40 на верхнем веке. Эти железы обеспечивают выделение слезы для увлажнения роговицы и конъюнктивального мешка.

Железа кровоснабжается слезной артерией (a. lacrimalis). Она берёт начало от самой глазной артерии, проходит между наружной и верхней прямыми мышцами и отдает многочисленные веточки к железе и мышцам.

Слезная железа иннервируется секреторными волокнами слезного нерва (ветвь глазничного нерва).

### **Слезотводящие органы.**

Продуцируемая железами слеза скатывается по главному яблоку в капиллярную щель, образуя слезный ручей (rivus lacrimalis), который впадает в слезное озеро (рис. 11).

Слезотводящие пути представлены слезными точками, слезными каналыцами, слезным мешком и слезно-носовым протоком. Слезные точки (puncta lacrymalia) расположены в медиальном углу глаза на заднем ребре века, на вершине слезных сосочков (papillae lacrymalis). Точки обращены к главному яблоку и погружены в слезное озеро. Плотному контакту век и

глазного яблока обеспечивает напряжение тарзальной мышцы. Диаметр точек 0,25-0,5 мм. Слезные точки продолжаются в слезный канал (*canalis lacrymalis*), который делится на две части: вертикальную (1,5-2 мм) и горизонтальную (7-9 мм). Горизонтальные каналы верхнего и нижнего века, постепенно сближаясь, впадают в слезный мешок по отдельности или слившись, позади медиальной связки век. Стенки каналов покрыты многослойным плоским эпителием. Под ним слой гладкомышечных волокон, покрытых снаружи коллагеновыми и эластическими волокнами.

Слезный мешок (*saccus lacrymale*) (рис. 11) расположен в медиальном углу глаза в слезной ямке и с трех сторон окружен фасциями. Передняя стенка представлена глубокой фасцией круговой мышцы век, задняя – тарзо-орбитальной фасцией (поэтому мешок лежит вне полости глазницы), внутренняя – надкостницей слезной ямки. Слезный мешок охвачен мышечной петлей (мышца Горнера) которая берёт начало от заднего слезного гребня слезной кости, проходит позади слезного мешка и вплетаются в волокна пальпебральной части идущие от переднего слезного гребня. Верхний конец (купол) слезного мешка заканчивается слепо и лежит выше внутренней связки век, нижний открывается в носослезный проток (*ductus nasolacrymalis*). Стенки слезного мешка внутри покрыты многослойным плоским эпителием с подлежащим под ним аденоидной тканью, внешняя стенка – соединительнотканная.

Носослезный проток (*ductus nasolacrymalis*) имеет перпончатую структуру. Верхний его отдел залегает в костном слезном канале (длина 9-12 мм), срастаясь с надкостницей. Нижний отдел (длина 3-6 мм) прилегает к кости с латеральной стороны, с других – покрыт слизистой носа и окружен венозным сплетением. Общая длина составляет примерно 15 мм, диаметр 2-3 мм. Открывается канал в 3,0-3,5 см от наружного отверстия носа под нижней носовой раковиной. У отверстия расположена складка, образованная слизистой – слезная складка (*plica lacrymalis*), которая играет роль клапана, предотвращающего обратный ток слезы.

Под кожей над слезным мешком проходят угловые артерия и вена. (a. et v. angularis).

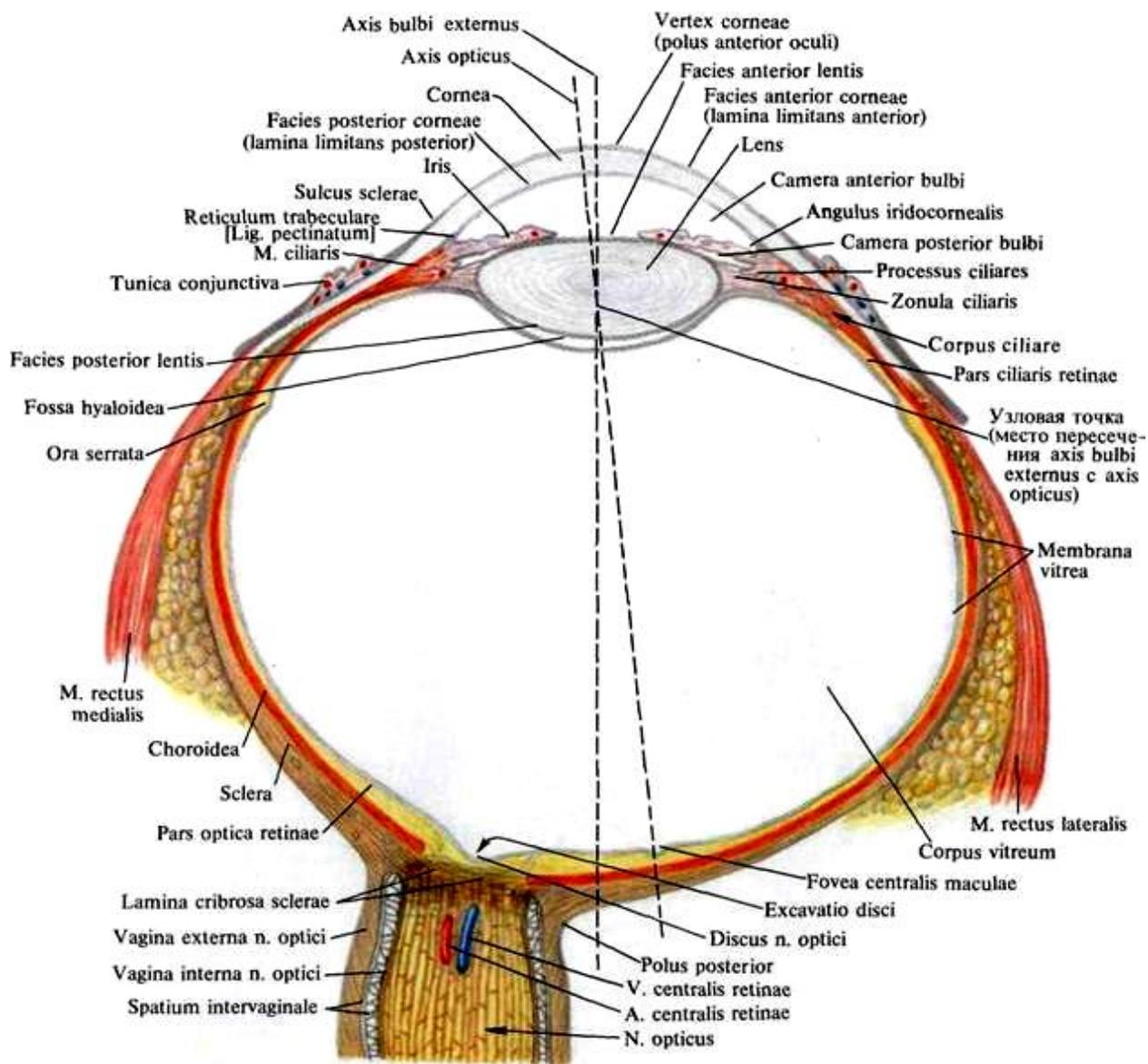
Верхушка слезного мешка иннервируется чувствительными волокнами подблокового нерва. Нижняя часть слезного мешка и верхняя часть слезноносового протока – подорбитальным нервом. Нижняя часть слезноносового протока – носовой ветвью переднего этмоидального нерва (ramus nasalis n. ethmoidalis anterioris).

## **VI. ГЛАЗНОЕ ЯБЛОКО.**

Глазное яблоко представляет собой рецепторный отдел зрительного анализатора. Глаз на 2/3 находится в полости орбиты и спереди прикрывается веками. Глаз имеет почти шаровидную форму. Размеры его у новорожденных (в среднем) – по передне-задней оси и поперечной равны 17 мм, по вертикальной - 16,5 мм. Вес примерно 3 грамма. С ростом ребенка размеры глазного яблока увеличиваются и составляют у взрослого эмметропа по саггитальной оси 24,4 мм, по поперечной 23,8 мм, по вертикальной 23,5 мм. Вес в пределах 6,3-7,8 грамм.

На глазном яблоке выделяют условные ориентиры – передний и задний полюс, экватор, меридианы, анатомическая ось. Передний – это центр роговицы, задний – в центре заднего отдела глазного яблока, кнаружи от выхода зрительного нерва. Экватор – мысленно проведенная окружность по склере на равном расстоянии от полюсов. Меридианы – линии, которые соединяют полюса и перпендикулярны экватору. Вертикальный и горизонтальный меридиан разделяют глаз на квадранты.

Глазное яблоко покрыто двумя тканями – влагалищной капсулой и конъюнктивой; Имеет в своем составе три оболочки – фиброзная снаружи, сосудистая и сетчатая внутри. Внутри глаз содержит водянистую влагу (заполняет переднюю и заднюю камеру), хрусталик и стекловидное тело.



**Рис. 12.** Глазное яблоко (полусхематично). Горизонтальный разрез.

Анатомическая ось – прямая соединяющая полюса глаза.

## Фиброзная оболочка глаза.

### Роговица.

Роговица (cornea) – передняя прозрачная часть фиброзной оболочки глаза, занимает ~ 1/6 его поверхности (рис. 4, 12). Место перехода роговицы в склеру называется лимбом. Диаметр роговицы у новорожденных: вертикальный ~ 9,62, горизонтальный ~ 8,62. С ростом глазного яблока увеличиваются размеры роговицы и

у взрослых составляют: горизонтальный ~ 12мм, вертикальный ~ 11 мм. Толщина роговицы не постоянна и изменяется с возрастом пациента, но она всегда тоньше в центре, чем по периферии. В среднем толщина в центре – 0,6 мм, на периферии – 1,2 мм. За счет этого радиус кривизны

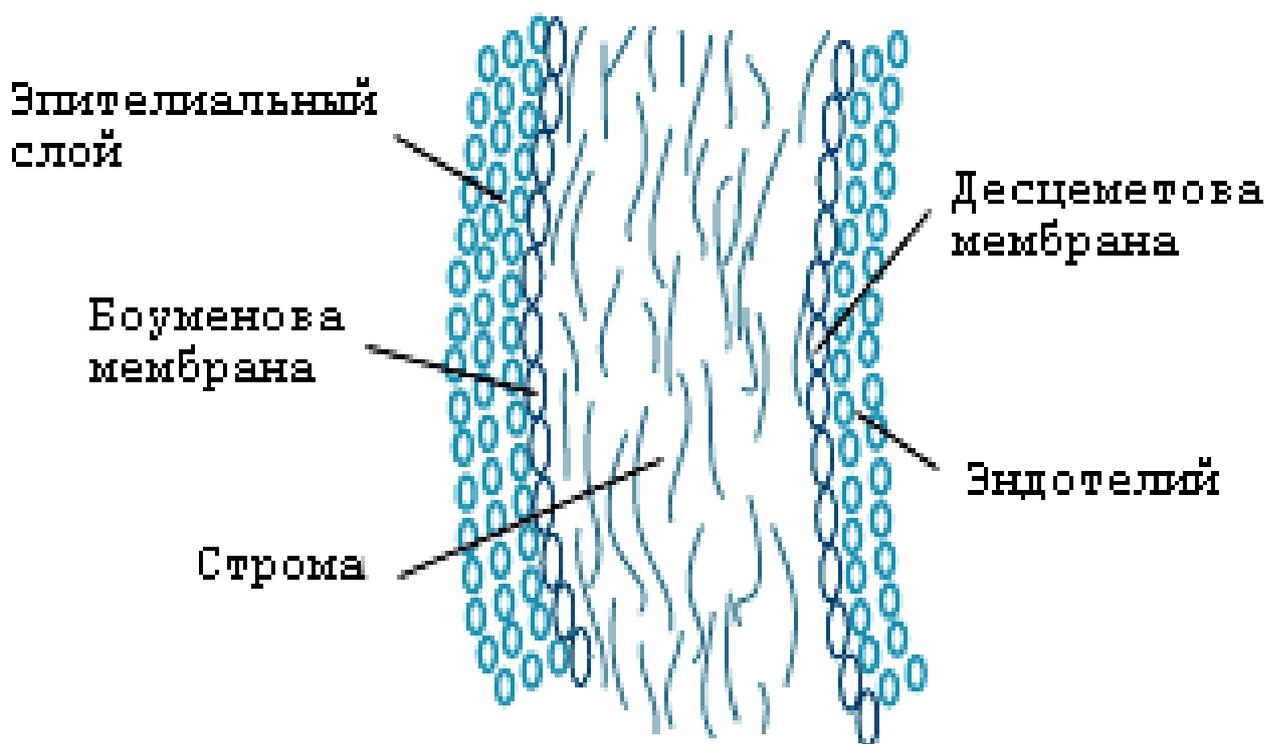


Рис. 13. Схема строения роговицы.

наружной поверхности ~ 7,7 мм, внутренней 6,8 мм – роговица сферична.

Температура роговицы при открытых веках ~ +30°C. При закрытых повышается до + 35,1°C в центре и 35,4°C у лимба. И никогда не опускается ниже +20°C.

В роговице 5 слоев (рис. 13): поверхностный эпителий, передняя пограничная мембрана (боуменова оболочка), строма роговицы, задняя пограничная мембрана (десцеметова оболочка) и эндотелий.

Поверхностный слой является продолжением конъюнктивы глазного яблока и состоит из 5-6 слоев полиморфного неороговевающего эпителия, толщиной ~ 50 мкм. Обладает свойством быстрой регенерации. Эпителий выполняет различные функции: "выравнивает" неровности поверхности (оптическая), регулирует поступление влаги в строму роговицы (осмотическая), захватывает кислород из прероговичной слезной пленки (дыхательная) и закрывает дефекты ткани (защитная).

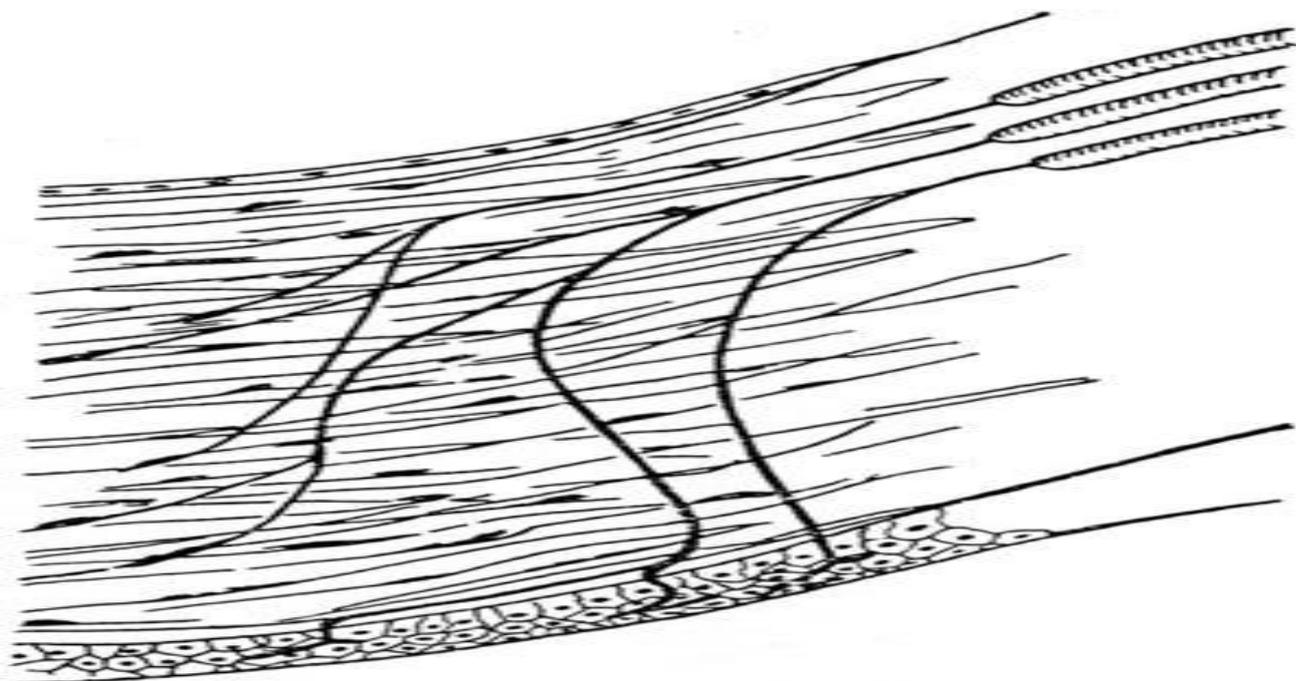
Передняя пограничная пластинка (боуменова оболочка, *lamina limitans anterior s. Bowman*) бесструктурная, неэластичная, гладкая, равномерной толщины (~ 15 мкм), состоит из тонких коллагеновых волокон. Она очень плохо скреплена с поверхностным эпителием и "склеивается" с поверхностными волокнами подлежащей стромы. Не регенерирует, после повреждения остаются помутнения. В пластинке есть каналы, через которые проходят волокна чувствительных нервов в поверхностный эпителий.

Строма роговицы (собственное вещество, *substantia propria*) занимает почти всю её толщину (9/10). Она состоит из почти параллельно расположенных пластинок и расположенных между ними роговичных клеток. Пластинки состоят из 1000 коллагеновых фибрилл идущих параллельно и на одинаковом расстоянии друг от друга, скрепленных межучной субстанцией. Роговичные клетки протоплазматическими отростками соединяются друг с другом, образуя межпластинчатый синцитий неувливаемой толщины. Строма богата водой, регенерирует с

помощью пролиферации клеток, с образованием рубцовой ткани, становясь не прозрачной.

Задняя пограничная пластинка или десцеметова оболочка (*lamina limitans posterior s. Descemeti*) или задняя эластичная мембрана бесструктурная, эластичная, состоит из переплетающихся коротких фибрилл коллагена IV типа, развивается как продукт эндотелия. Оболочка устойчива к действию химических веществ и инфекционных агентов. Обладает свойством регенерации. Легко отслаивается от стромы, собираясь в складки, толщина её ~ 0,01 мм. У лимба оболочка разволокняется и составляет, часть остова угла передней камеры – её трабекулярной сеточки.

Эндотелий роговицы представлен монослоем полигональных плоских клеток, тесно связанных друг с другом, толщиной до 0,05 мм. Такое строение обеспечивает избирательную проницаемость эндотелия (функция осмотической мембраны) и защищает гидрофильную строму от



**Рис. 14.** Нервы роговицы (по В. Н. Архангельскому)

пропитывания внутриглазной жидкостью. Не регенерирует, дефекты закрываются за счет увеличения площади клеток. В норме количество клеток должно быть больше 2000 на квадратный миллиметр.

Роговица обладает тремя видами чувствительности: тактильная, болевая, температурная. Нервы в роговице лишены миелиновой оболочки и поэтому не видны при обычных методах исследования. Ближе к поверхности, нервные окончания истончаются и образуют густую сеть. Чувствительные нервы в качестве длинных и коротких ресничных нервов (от глазничной ветви тройничного нерва), проходят через эмиссарии возле зрительного нерва, доходят до роговицы. Одна часть нервных веточек анастомозирует между собой, образуя перилимбальное сплетение (plexus pericornealis), другая проникает в толщу роговицы (уже без миелиновой оболочки). В самой роговице чувствительные волокна образуют три системы (рис. 14). Первая система – волокна из середины роговицы идут к поверхностному эпителию, образуют сплетение под боуменовой мембраной. От сплетения через каналцы в мембране проходят под эпителий, где тоже образуют сплетение, но тоньше. От подэпителиального сплетения отходят тонкие нервные волокна к почти каждой клетке эпителия, Этим объясняется высокая тактильная и болевая чувствительность. Вторая система – волокна из средних слоев, идут сразу в эпителий, без прохождения через сплетения. Третья система – из средних слоев, отдают веточки в строме, оканчиваясь здесь же, между пластинами, с утолщенными концами похожими на веретено. Эта система участвует в трофических процессах в роговице.

Сосуды в роговице отсутствуют. Питание роговицы идет за счет диффузных процессов из перилимбальной сосудистой сети, осмоса из влаги передней камеры и слезной жидкости.

Прозрачность роговицы обусловлена гистологическим строением, отсутствием сосудов, наличием нервов без миелиновой оболочки, одинаковыми показателями преломления света её слоями и определенным

содержанием воды. Избыток или недостаток воды приводит к помутнению роговицы.

Защитная функция обеспечивается безусловным корнеальным рефлексом – при дотрагивании до поверхности закрываются веки, глазное яблоко поворачивается кверху, появляется слезная жидкость. Аfferентная часть дуги рефлекса представлена тройничным нервом, эfferентная – лицевым. Роговица выполняет так же оптическую функцию (светопроведение и светопреломление), которую обеспечивает её сферическая форма, прозрачность и более высокий показатель преломления – 1,377 (у воздуха – 1,0). Сила преломления световых лучей составляет 42-43 диоптрии.

### **Лимб.**

Лимб – место перехода роговицы в склеру (рис. 4, 12). Он имеет вид полупрозрачного (объясняется тем, что глубокие слои роговицы распространяются чуть дальше кзади, чем поверхностные) кольца шириной 1 мм. Поверхностный эпителий утолщен, боуменовой мембраны нет, строма теряет свою структуру из пластинок, замещаясь конъюнктивой. Под конъюнктивой расположена перикорнеальная сосудистая сеть и множество нервных разветвлений.

### **Склера.**

Склера (sclera) – непрозрачная часть фиброзной оболочки глаза, занимает ~ 5/6 его поверхности и состоит из плотных эластических и коллагеновых волокон (рис. 4, 12). Склера делится на три листка. Наружный разрыхленный слой называется эписклеральным. Он хорошо васкуляризирован за счет эписклеральных артерий (aa. episclerales), отходящих от передних цилиарных артерий и тесно связан с влагалищной капсулой соединительнотканными тяжами. Под ним представлена ткань собственно склеры (substantia propria sclerae), состоящая из плотных

коллагеновых волокон с включением между ними фиброцитов, бедная сосудами и почти без нервных окончаний. Внутренний листок склеры, названный бурой пластинкой (*lamina fusca*), состоит из тончайших коллагеновых и эластических волокон с наличием пигментсодержащих клеток и покрыт эндотелием. Склера спереди переходит в роговицу, сзади – переплетается с твердой оболочкой зрительного нерва. В зоне лимба, имеющего ширину около 1 мм, спереди имеется неглубокая бороздка (*sulcus sclerae*) (рис. 17).

Толщина склеры неодинакова – от 0,3 до 1,2 мм (рис. 4,12). Самая тонкая часть в месте выхода зрительного нерва, где склера представлена только своими внутренними слоями и образует решётчатую пластинку (*lamina cribrosa*), через отверстия которой проходят аксоны ганглиозных клеток сетчатки. Так же склера истончена в области экватора (0,3-0,5 мм) и впереди прикрепления прямых мышц глаза. Вблизи роговицы толщина склеры колеблется от 0,6 до 0,8 мм. Самая большая толщина склеры, достигающая до 1,2 мм, находится в местах прикрепления глазных мышц и вокруг зрительного нерва.

Глазодвигательные мышцы прикрепляются сухожилиями к склере на разном расстоянии от лимба (рис. 4, 5, 6): внутренняя прямая мышца – 5,5-5,75 мм, нижняя – 6,0-6,5 мм, наружная – 7,0 мм, верхняя – 7,5-8,0 мм; верхняя и нижняя косая мышцы – в 16 мм.

В склере так же есть отверстия (эмиссарии) для артерий, вен и нервов. Вокруг зрительного нерва через эмиссарии проходят короткие и длинные задние ресничные артерии и нервы. В переднем отделе склеры, через такие же отверстия, проходят передние цилиарные сосуды. А в области экватора есть четыре канала (в каждом квадранте по одному), через которые косо и кзади проходят вортикозные вены.

По переднему краю склеры изнутри пролегает по кругу желобок шириной до 0,75 мм – внутренняя склеральная борозда (рис.17). Задний край желобка чуть выдвинут кпереди и называется склеральной шпорой. К

шпоре крепится цилиарное тело. Передний край желобка граничит с роговицей, с её десцеметовой оболочкой. На дне расположен венозный синус склеры – Шлеммов канал. Всю глубину канала затягивает трабекулярная сеточка (*reticulum trabeculare*) (рис. 17).

Склера покрыта Теноновой капсулой или влагалищем глазного яблока, между ними есть узкая щель – эписклеральное пространство глаза (Теноново) (рис. 4). Тенонова капсула покрыта рыхло связанной с ней конъюнктивой. Чем ближе к лимбу подходит капсула, тем она становится тоньше и в итоге постепенно теряется в подконъюнктивальной ткани.

### **Сосудистая оболочка глаза.**

#### **Радужка.**

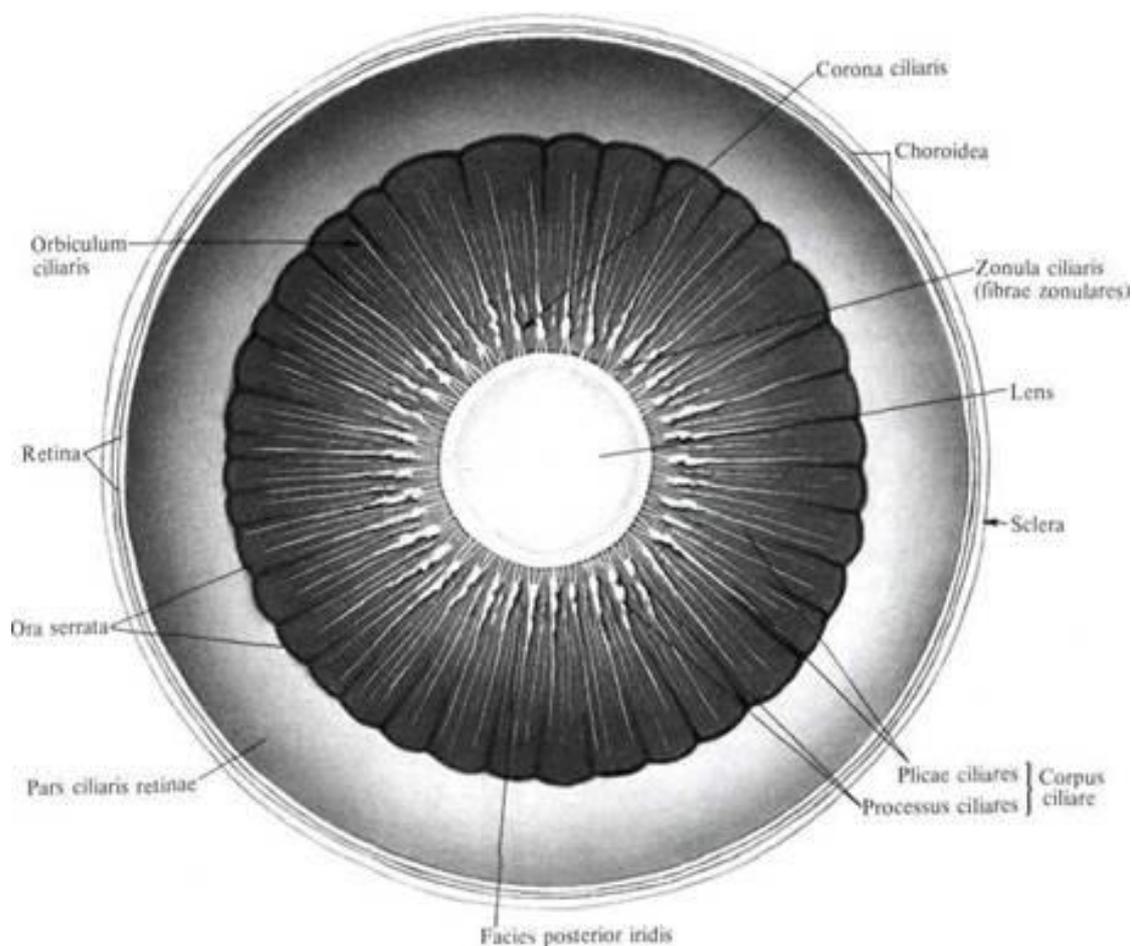
Радужка (*iris*) – передняя часть сосудистой оболочки глаза (рис. 17). Расположена она свободно во фронтальной по отношению к лимбу плоскости. Имеет форму диска с отверстием (зрачок - *pupilla*) в центре. Наружный край диска (корень радужки) чуть позади лимба прикреплен к цилиарному телу, внутренний край свободен. Диаметр радужки ~ 12 мм, а толщина от 0,2 (самая тонкая часть у корня) до 0,4 мм.

Радужка делит пространство между роговицей и хрусталиком на два отдела: переднюю камеру глаза (между роговицей и радужкой) с глубиной в центре 3-3,5 мм и заднюю камеру глаза (между радужкой и хрусталиком) представленной узкой щелью.

По строению радужка состоит из двух листков – переднего мезодермального и заднего эктодермального генеза. Наружный пограничный слой переднего листка плотный (относительно других слоев) и состоит из фибробластов соединенных друг с другом отростками. Фибробласты соединяются с лежащими под ними хроматофорами (пигментные клетки), образуя рыхлую сеть. Еще глубже расположена строма радужки – густая сеть капилляров и нервных сплетений, между которыми проходят коллагеновые волокна (идут до мышц радужки и далее у корня соединяются с цилиарным телом) (рис 15, 17.). Переплетения



Пигментный слой у зрачка формирует пигментную кайму, вследствие выворота его кпереди.



**Рис. 16.** Сосудистая оболочка (*choroidea*) глазного яблока; передний отдел. (Внутренняя поверхность).

Первая мышца – кольцевидный сфинктер у пигментной каймы, суживающий зрачок, вторая – дилататор с радиально расположенными волокнами от сфинктера до корня радужки.

Если спроецировать расположение мышц на переднюю поверхность, то сфинктер находится в зрачковом, а дилататор в ресничном поясе. Мышцы антагонисты регулируют поток света, попадающий в глаз, в зависимости от освещенности или сужая, или расширяя зрачок.

Система кровоснабжения радужки представлена двумя артериальными кругами (рис. 17).

Первый, большой артериальный круг (*circulus arteriosus iridis major*) расположен у корня радужки и образован двумя задними длинными и несколькими передними (ветви мышечной артерии) ресничными артериями.

Второй, малый артериальный круг (*circulus arteriosus iridis minor*) расположен на границе зрачкового и цилиарного пояса радужки и образован дугообразными анастомозами, которые сформированы отходящими от большого круга артериальными веточками в сторону зрачка. Так же еще есть капиллярная сеть по зрачковому краю, образованная радиальными веточками, отходящими от малого круга. Вены радужки идут от зрачкового края к корню радужки.

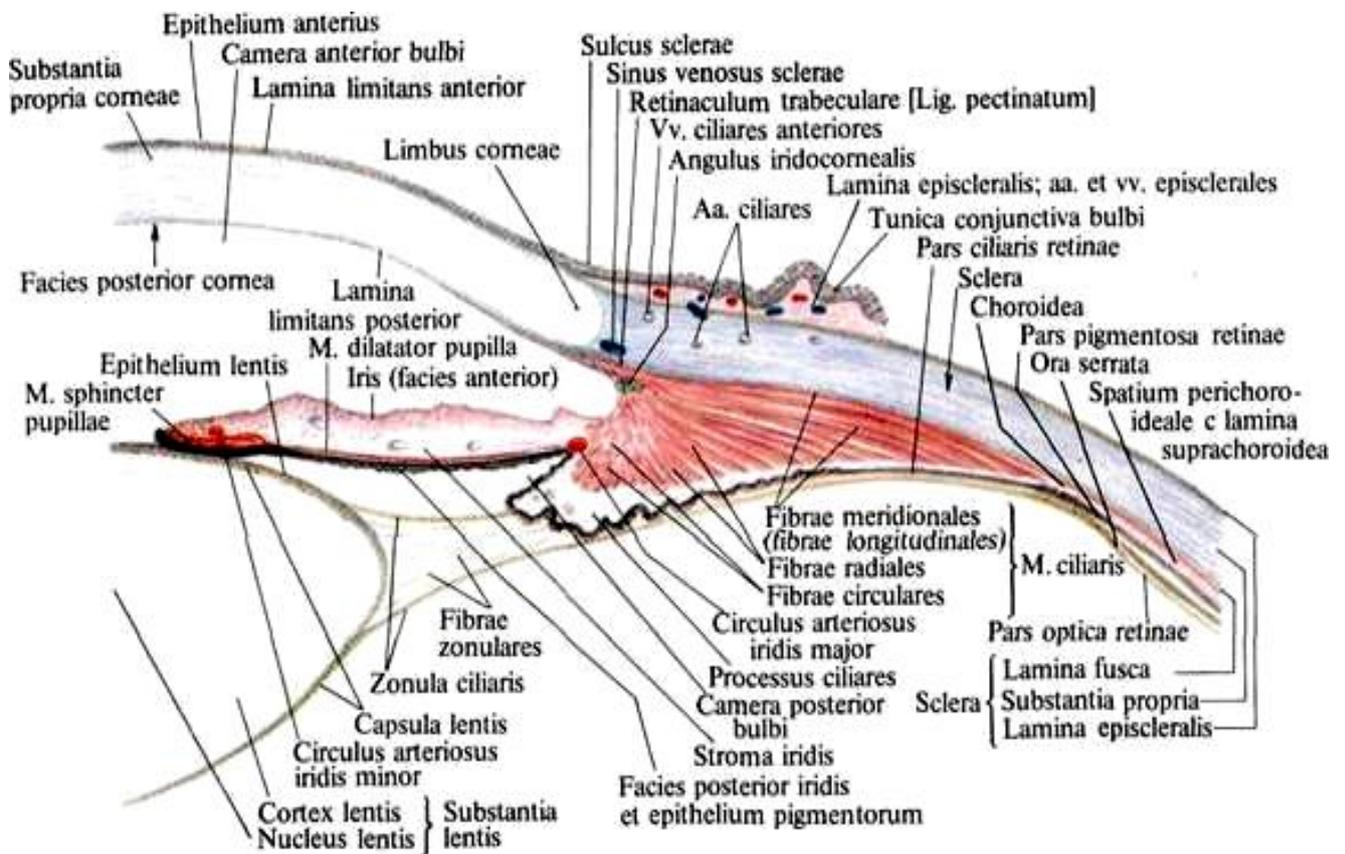
Двигательная иннервация мышц радужки представлена – симпатическим нервом (иннервирует дилататор) и парасимпатическими волокнами цилиарного узла – глазодвигательным нервом (иннервирует сфинктер).

Чувствительная иннервация осуществляется из сплетения расположенного на наружной поверхности цилиарного тела (*plexus ciliaris*), оно образовано короткими (от цилиарного узла) и длинными цилиарными нервами (ветви носоресничного нерва).

### **Ресничное тело.**

Ресничное или цилиарное тело (*corpus ciliare*) участок сосудистой оболочки за радужкой. На вертикальном срезе имеет форму кольца шириной 5-6 мм и проецируется на поверхность склеры пояском той же ширины в 2 мм от лимба. Наибольшую толщину цилиарное тело имеет в своей передней части (>1 мм), кзади постепенно истончаясь. Поэтому на сагиттальном разрезе выглядит в виде выступающего вершиной в полость глаза треугольника. Цилиарное тело делят на две части (рис. 17): переднюю ресничную или цилиарную корону (*corona ciliaris*) и заднюю

плоскую (orbiculus ciliaris). Передняя часть, шириной 2 мм, с 70-80 белесоватыми ресничными отростками (processus ciliares) в виде пластинок высотой около 0,8 мм и длиной (сагиттально) 2 мм. Задняя часть, шириной 4 мм, без отростков, граничит с зубчатой линией (ora serrata) сетчатки.



*Рис. 17. Переднебоковая часть глазного яблока. (Горизонтальный разрез.)*

В ресничном теле различают 6 слоев: мышечный, сосудистый, базальная пластинка, пигментный и беспигментный эпителий, внутренняя пограничная мембрана.

Мышечный слой представлен цилиарной мышцей (m. ciliaris) (рис. 17), располагается она в передненаружной части цилиарного тела и состоит из гладких мышечных волокон. Начинается мышца от зубчатой линии сетчатки и доходит до склеральной шпоры. Наружные волокна идут

меридионально (мышца Брюкке) и крепятся к склере позади шлеммова канала. Их сокращение вызывает смещение ресничного тела кпереди. Глубже лежат волокна с радиальной направленностью (мышца Иванова), они отходят от склеральной шпоры к цилиарным отросткам. В самой глубокой части цилиарной мышцы мышечные волокна идут циркулярно (мышца Мюллера), формируя кольцо, похожее на сфинктер.

Сосудистый слой является продолжением такого же слоя в хориоидеи. Состоит из вен (т.к. основные артерии проходят в слоях вышележащих) и единичных артерий, идущих в обратном направлении (в хориоидею). Ресничные отростки включают в себя густую сеть широких фенестрированных капилляров (подходят с ресничной части) и мелких вен (уходят в плоскую часть). Такое строение обеспечивает секрецию внутриглазной жидкости, которая сначала попадает под эпителий, а затем, абсорбируясь им, выводится в заднюю камеру глаза и фактически является ультрафильтратом плазмы крови.

Базальная пластинка (*lamina basalis*) является так же продолжением слоя из хориоидеи. Под ней располагается слой пигментированных эпителиальных клеток, за ним следует такой же слой беспигментных клеток. Внутренняя пограничная мембрана (*membrane limitans interna*) идентична такой же мембране сетчатки, не имеет структуры, отделяет беспигментный эпителий от стекловидного тела.

Между цилиарными отростками и хрусталиком натянуты тонкие стекловидные зонулярные волокна (*fibrae zonulares*), которые образуют ресничный пояс (zonula ciliaris).

Кровоснабжение цилиарного тела осуществляется из большого артериального круга радужки. Отток крови идет через вортикозные и передние цилиарные вены.

Чувствительная иннервация аналогична радужке. Двигательная иннервация представлена симпатическим нервом, снабжающим

меридиональные волокна цилиарной мышцы, и глазодвигательным нервом, снабжающим радиальные и циркулярные волокна.

Основные функции цилиарного тела: выработка внутриглазной жидкости (цилиарные отростки и эпителий) и участие в акте аккомодации (мышечная часть с ресничным пояском и хрусталиком).

### **Хориоидея.**

Хориоидея (*chorioidea*) - собственно сосудистая оболочка, её задний отдел. Начинается от зубчатой линии и выстилает задний отдел склеры до места выхода из неё зрительного нерва. Толщина в зависимости от кровенаполнения от 0,2 мм. до 0,4 мм. на заднем полюсе, а по приближению к зубчатой линии постепенно истончается до 0,1 - 0,2 мм. Хориоидея образована задними короткими ресничными артериями, которые проникают возле выхода зрительного нерва в супрахориоидальное пространство в количестве 6-12 шт. и распадаются на веточки (каждая на 7-10 шт.), образуя слои из крупных, средних сосудов и капилляров. Сосудистая оболочка в своей передней части анастомозирует с задними длинными ресничными артериями, входящими в большой артериальный круг радужки. В задней части сосуды сосудисто-капиллярного слоя анастомозируют с капиллярной сетью зрительного нерва из центральной артерии сетчатки, формируя сосудистое кольцо Цинна-Геллера вокруг диска зрительного нерва.

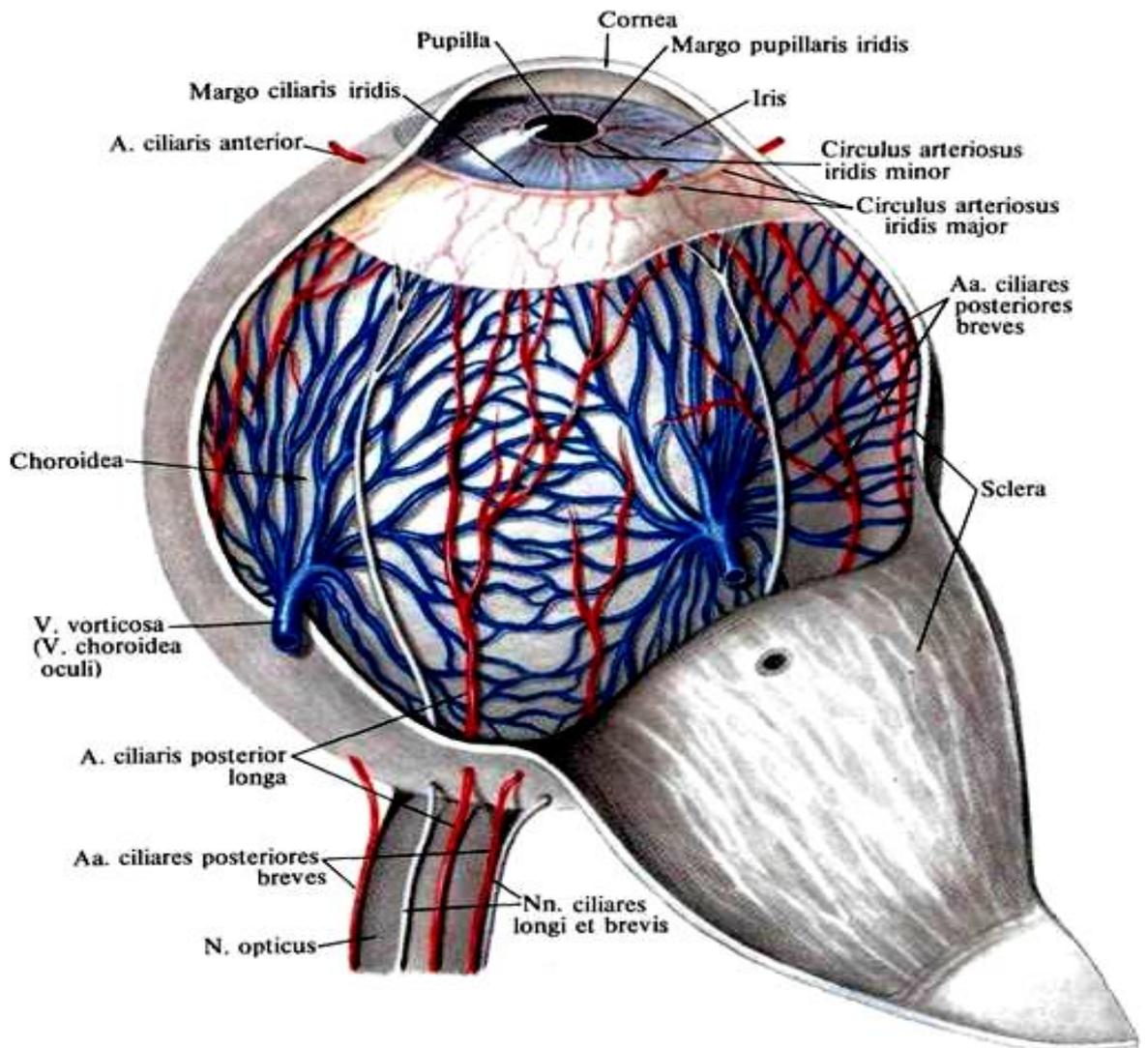
В хориоидеи различают перихориоидальное пространство и несколько пластинок: надсосудистую (*lam. suprachorioidea*), сосудистую (*lam. vasculosa*), сосудисто-капиллярную (*lam. chorioideocapillaris*), базальную (*lam. basalis*). С внутренней стороны хориоидея покрыта пигментным эпителием, который является слоем сетчатки.

Перихориоидальное пространство располагается между склерой и сосудистой пластинкой. Стенки пространства в косом направлении соединяются тонкими соединительнотканными пластинками (входят в

состав lam. suprachorioidea), расположенными в 6-8 слоёв. В перихориоидальном пространстве проходят две задние длинные ресничные артерии вместе с ресничными нервами. Пространство заканчивается в 3 мм. от лимба спереди и в 3мм. от диска зрительного нерва.

Надсосудистая пластинка (супрахориоидея) – находится в перихориоидальном пространстве и является самым наружным слоем сосудистой оболочки, толщиной 30 мкм. Пластинка образована рыхлой волокнистой соединительной тканью (пластинками), эластическими волокнами, образующие сплетения и хроматофорами – плоскими клетками с отростками, содержащие коричневый пигмент.

Сосудистая пластинка представлена сплетением венозных и артериальных сосудов и имеет вид коричневой перепонки толщиной 0,2-0,4 мм. Делится на два слоя: наружный слой, где расположены крупные сосуды с преобладанием артерий (слой Галлера) и анастомозирующий с ним внутренний, со средними сосудами, и преобладанием вен (слой Заттлера). Между сосудами располагается рыхлая волокнистая соединительная ткань, отдельные пучки гладких миоцитов, нервные волокна (сопровождающие артерии) и хроматофоры, число которых к сосудисто-капиллярной пластинке постепенно уменьшается, вплоть до исчезновения.



**Рис. 18.** Глазное яблоко (*bulbus oculi*) сосудистая оболочка (*choroidea*). (Наружная поверхность). (Часть склеры и роговицы разрезана и отвернута).

Сосудисто-капиллярная пластинка представлена множеством капилляров переплетенных между собой, между которыми расположены тонкие коллагеновые и эластические фибриллы. Капилляры лежат однослойно вдоль базальной мембраны и имеют ширину до 20 мкм, что позволяет пропускать одновременно до 5 эритроцитов, так же в их стенках есть отверстия для обмена питательными веществами между кровью и пигментным эпителием сетчатки. Сеть капилляров наиболее густа в области желтого пятна сетчатки.

Базальная пластинка (мембрана Бруха) – тонкая стекловидная оболочка (толщина 1-4 мкм.). Плотно прилежит к сосудисто-капиллярной пластинке. Микроскопически различают несколько слоев: снаружи коллагеновые и эластические волокна, в центре фиброзный коллагеновый слой, внутри кутикулярный (базальная мембрана пигментного эпителия сетчатки).

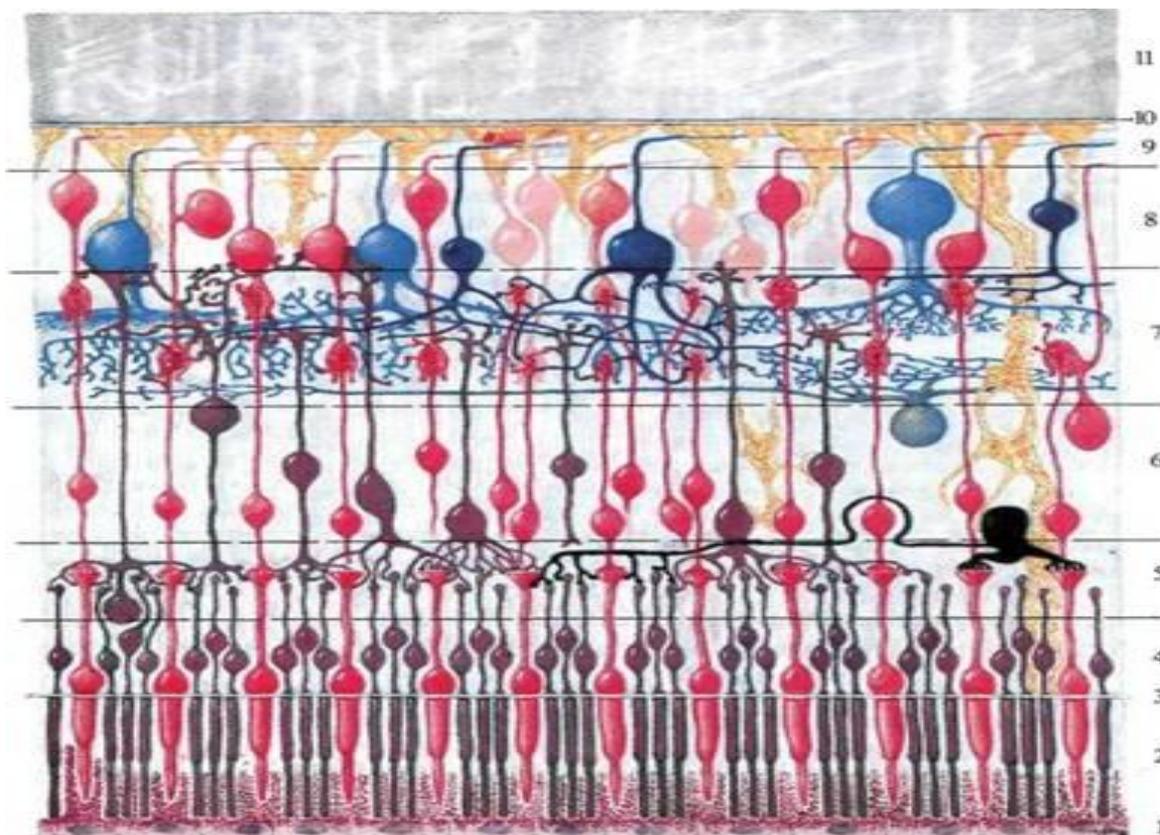
### **Внутренняя чувствительная оболочка глаза - сетчатка.**

Внутренняя чувствительная оболочка глаза (*tunica interna sensoria bulbi*) или сетчатка (*retina*) – имеет сетчатое строение, выстилает изнутри сосудистую оболочку и является собственно чувствительной частью зрительного анализатора.

В сетчатке выделяют две части: оптическую (*pars optica retinae*) и реснично-радужковую (*pars ciliaris et iridica lineae*).

Оптическая часть состоит из 10 слоев и простирается от диска зрительного нерва до плоской части цилиарного тела, заканчиваясь зубчатой линией. Эта часть способна воспринимать световые раздражители.

Реснично-радужковая часть представляет собой редуцированную сетчатку, без оптических свойств и состоит из 2 эпителиальных слоев (пигментного и беспигментного), которые покрывают изнутри поверхность радужки и цилиарного тела. Сетчатка прикреплена к сосудистой оболочке только около зубчатой линии, по краю желтого пятна и вокруг диска зрительного нерва. На остальном протяжении сетчатка не зафиксирована и прилежит к сосудистой оболочке за счет давления на неё стекловидного тела и тонких связей пигментного эпителия.



**Рис. 19.** Строение сетчатой оболочки глаза:

1. *stratum pigmentosum retinae*;
2. слои колбочковидных и палочковидных зрительных клеток;
3. *membrana limitans gliae externa*;
4. *stratum granulosum externum*;
5. *stratum plexiforme externum retinae*;
6. *stratum granulosum internum*;
7. *stratum plexiforme internum*;
8. *stratum ganglionare*;
9. *stratum fibrarum nerveatum*;
10. *membrana limitans interna*;
11. *corpus vitreum*.

Толщина сетчатки не одинакова и составляет у диска зрительного нерва – 0,4-0,5 мм, в области центральной ямки – 0,07-0,08 мм, у зубчатой линии – 0,14 мм.

В сетчатке выделяют 3 нейрона: наружный – фоторецепторы (нейроны I порядка), средний – биполярные клетки (нейроны II порядка), внутренний – ганглиозные клетки (нейроны III порядка). Между ними расположены аксоны и дендриты, отходящие от нейронов различного порядка, а так же горизонтальные и амакриновые клетки (обе интернейроны) и другие структуры. Все они формируют 10 слоев

сетчатки (рис. 19): пигментный эпителий, слой палочек и колбочек, наружная пограничная мембрана, наружный ядерный слой, наружный сетчатый слой, внутренний ядерный слой, внутренний сетчатый слой, слой ганглиозных клеток, слой нервных волокон (зрительный нерв), внутренняя пограничная мембрана.

*Первый слой* представлен пигментным эпителием (*stratum pigmentosum retinae*). Он плотно прилегает к мембране Бруха хориоидеи. Отделяет друг от друга фоторецепторы, окружая их отростками пигментных клеток.

*Второй слой* образован наружными сегментами фоторецепторов – палочек (100-120 млн.) и колбочек (7 млн.), которые являются *нейронами первого порядка*. В палочках и колбочках выделяют наружный и внутренний сегмент и пресинаптическое окончание.

Палочки в длину 0,06 мм, диаметром 2 мкм. Наружный сегмент палочек выглядит как тонкий, похожий на палочку цилиндр и содержит зрительный пигмент родопсин. Родопсин поглощает часть спектра электромагнитного светового излучения в диапазоне зеленых лучей (510 нм).

Палочки расположены по периферии сетчатки и обеспечивают зрение по периферии. Функционируют при яркости до 1 кд\*м<sup>-2</sup>, образуя ночное, скотопическое зрение. \*Кд (кандела) – единица силы света, равная яркости абсолютно черного тела при температуре затвердевания платины (60 кд\*1см<sup>-2</sup>)

Наружный сегмент колбочек – короткий и более толстый, в виде конуса. В палочках содержится пигмент йодопсин с различными показателями поглощения цвета. Палочки, в которых йодопсин поглощает лучи с длиной волны ~565 нм называются "красными", ~500 нм – "зелеными", ~450 нм – "синими". Колбочки в основном локализируются в центральных отделах сетчатки и отвечают за центральное зрение, цветоощущение.

В центральной ямке находятся одни колбочки, далее от неё количество их уменьшается, вплоть до отсутствия их в периферической части сетчатки. Функционируют при яркости  $10 \text{ кд*м}^{-2}$  и более, обеспечивая дневное, фотопическое зрение. Когда яркость составляет от  $1 \text{ кд*м}^{-2}$  до  $10 \text{ кд*м}^{-2}$ , то палочки и колбочки активны на определенном уровне и образуют сумеречное, мезопическое зрение.

Пигменты палочек и колбочек являются интегральными белковыми субстанциями и расположены в мембране наружных сегментов.

*Третий слой* или наружная пограничная мембрана (*membrana limitans gliae externa*), сформирована сцеплениями отростков клеток. Сцепления образуют подобие полосы, называемой окончатой мембраной Вирхова, потому что наружные сегменты палочек и колбочек проходят через неё в пространство между фоторецепторами и пигментным эпителием (субретинальное пространство).

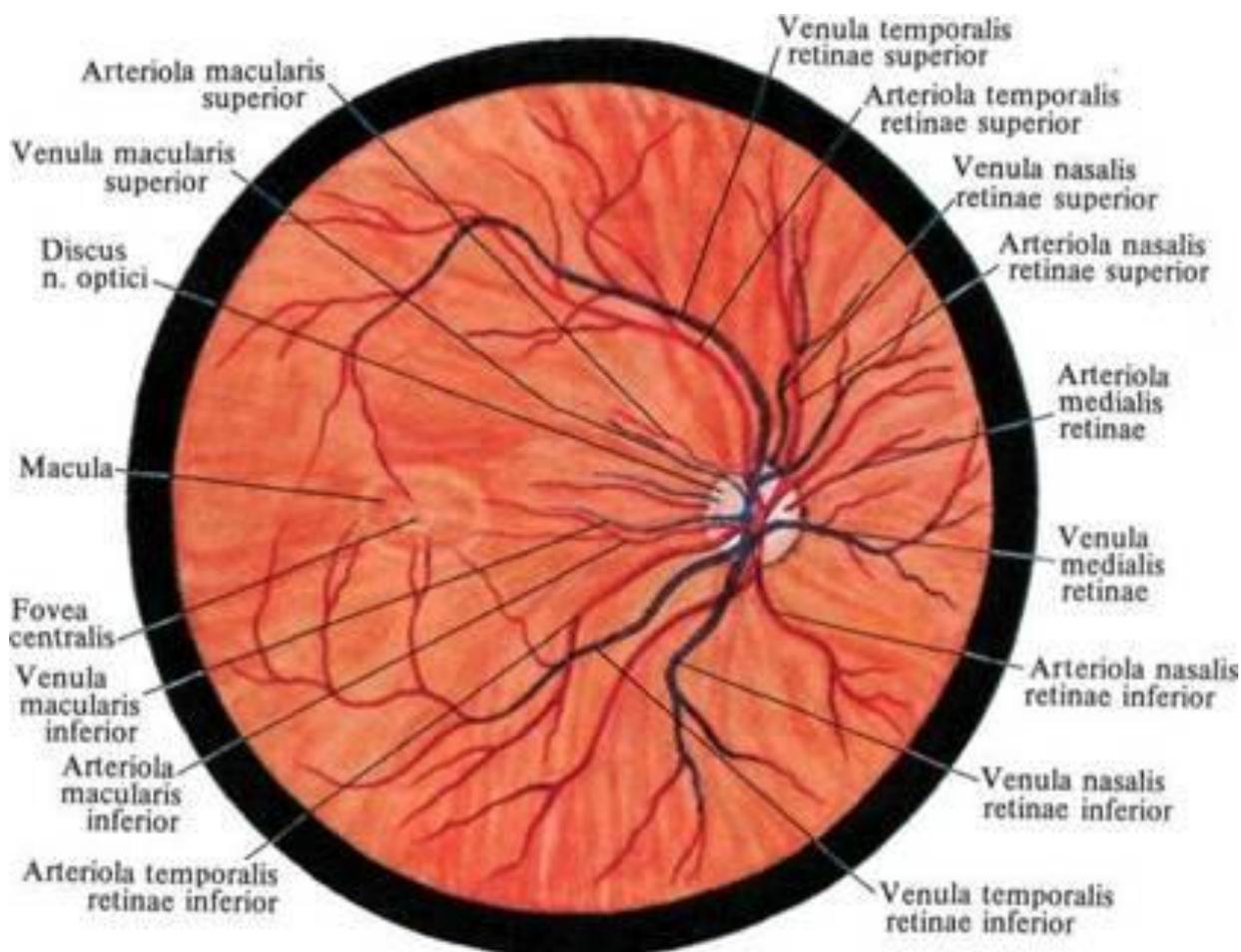
*Четвертый слой* – наружный ядерный (*stratum granulosum externum*). Слой образован внутренними сегментами палочек и колбочек с ядрами.

*Пятый слой* – наружный сетчатый (*stratum plexiforme externum retinae*). Он образован пресинаптическими окончаниями палочек и колбочек, а так же аксонами и дендритами фоторецепторов и биполярных клеток.

*Шестой слой* – внутренний ядерный (*stratum granulosum internum*). Его образуют ядра *нейронов второго порядка* (биполярные клетки). Биполярные клетки идут от фоторецепторов и некоторые непосредственно связаны с ганглиозными клетками. К этому же слою относятся ядра других клеток: амакриновых (крупные округлые клетки, участвуют в передаче возбуждения, связывают биполярные клетки с ганглиозными), горизонтальных (крупные плоские клетки в форме звезды, объединяют группы ножек фоторецепторов и биполярных клеток), мюллеровских (гигантские, проходят через все слои, выполняют опорную и изолирующую функции – заполняют щели между нейронами сетчатки).

*Седьмой слой* – внутренний сетчатый (*stratum plexiforme internum retinae*). Разделяет внутренний ядерный слой и слой ганглиозных клеток. Слой образован клубком хаотично разветвляющихся и переплетающихся отростков нейронов.

*Восьмой слой* – состоит из ганглиозных клеток (*stratum ganglionare*) (*нейроны третьего порядка*). Слой не равномерной толщины. Наиболее толстый в области центральной ямки, где клетки лежат в 3-4 ряда, удаляясь к периферии количество рядов, уменьшается до одного и слой становится тоньше. Каждая клетка имеет короткий дендрит (соединяется с



**Рис. 20.** Дно глаза, правого. При прямой офтальмоскопии.

биполярной клеткой) и аксон.

*Девятый слой* – слой нервных волокон сетчатки (*stratum fibrarum nerveatum*), представлен аксонами ганглиозных клеток, после выхода из глаза формирующие зрительный нерв и зрительные пути.

*Десятый слой* – внутренняя пограничная мембрана (*membrana limitans interna*). Слой образован основаниями клеток Мюллера и покрывает внутреннюю поверхность сетчатки.

В сетчатке выделяют два специфических анатомических образования – жёлтое пятно (макула) и диск зрительного нерва.

Диск зрительного нерва находится в 4 мм от заднего полюса глаза, в той половине сетчатки, которая расположена ближе к носу. В эту зону диаметром 1,5-2 мм собираются все проводящие нервные волокна с поверхности сетчатки. В диске нет фоторецепторов, поэтому в височном поле зрения есть слепое пятно.

Жёлтое пятно овальной формы диаметром 2-3 мм, расположено в 3,5-4 мм от височного края диска зрительного нерва. Строение сетчатки в области желтого пятна изменяется: на периферии макулы исчезает слой нервных клеток, за ним ганглиозные клетки, далее при движении к её центру внутренний сетчатый слой, внутренний ядерный слой, наружный сетчатый. В центральной ямке желтого пятна диаметром ~0,5 мм (фовеоле; *fovea centralis*) остаётся только слой колбочек, пигментный эпителий и внутренняя пограничная мембрана. Макула обладает самой высокой разрешающей способностью (область центрального зрения, занимающая в пространстве предметов ~ 1,2\*).

Слои сетчатки кровоснабжаются из двух отделов: наружные четыре слоя – из хориокапиллярного слоя сосудистой оболочки, оставшиеся внутренние шесть – из центральной артерии сетчатки (ветвь глазничной артерии). Центральная артерия сетчатки проходит в стволе зрительного нерва, вступив в него на расстоянии 12-14 мм от глазного яблока. Доходит до диска зрительного нерва и делится на 4 ветви, затем ветви

последовательно делятся (дихотомически) и обеспечивают кровоснабжение четырех квадрантов сетчатки. Область центральной ямки диаметром 0,4-0,5 мм не имеет кровеносных сосудов. Иногда на диск зрительного нерва выходит цилиоретинальная артерия, отходящая от расположенного вокруг зрительного нерва артериального круга Цинна-Геллера. Кровь оттекает в систему центральной вены сетчатки. Сетчатка лишена чувствительной иннервации. Аксоны ганглиозных клеток на всем протяжении лишены миелиновой оболочки.

Функции сетчатки: световосприятие и периферическое зрение – обеспечивается палочковым аппаратом, колбочковым – цветовосприятие и центральное зрение.

### **Передняя и задняя камеры глаза.**

Передняя камера глаза (*camera anterior bulbi*) (рис. 4, 12, 17) – пространство, ограниченное спереди задней поверхностью роговицы, а сзади передней поверхностью радужки и в области зрачка центральной частью передней капсулы хрусталика. Роговица (у лимба) и радужка (у её корня) образуют угол передней камеры, в области которого находится дренажная система глаза.

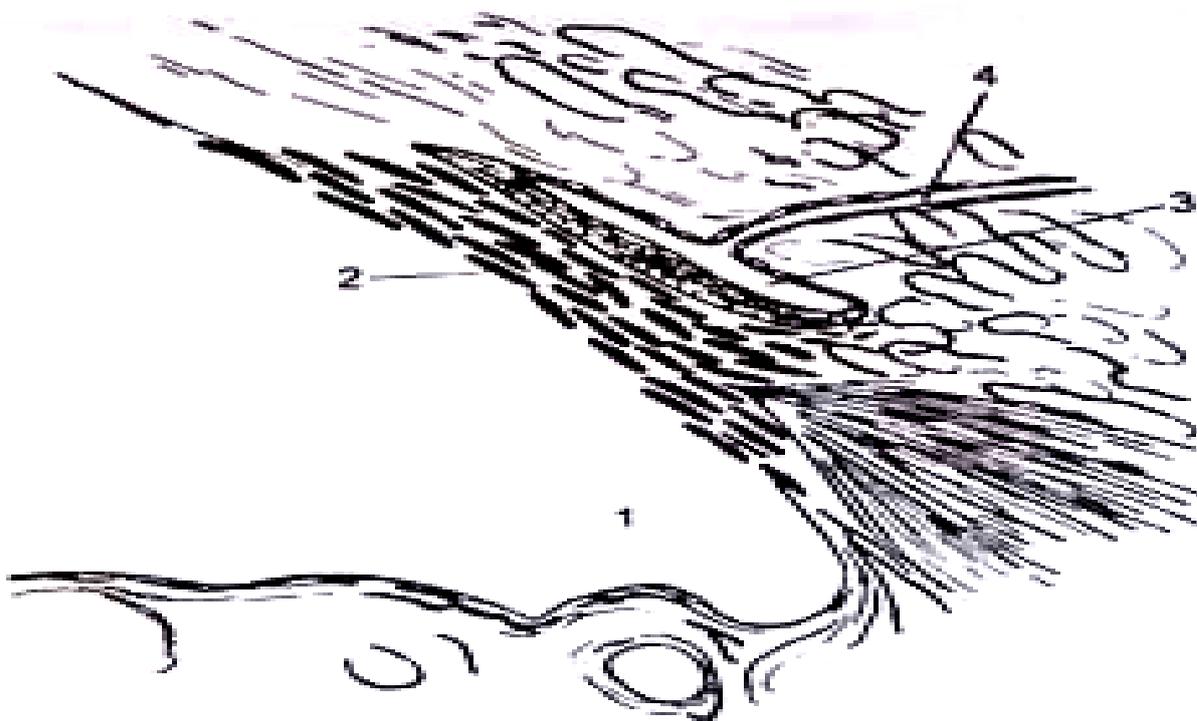
Глубина передней камеры постепенно уменьшается от центра (в области зрачка 2,75-3,5 мм) к периферии. Объем этой камеры составляет от 150 мм<sup>3</sup> у детей и до 250 мм<sup>3</sup> у взрослых.

Задняя камера глаза (*camera posterior bulbi*) (рис. 4, 12, 17) – пространство, ограниченное спереди – задней поверхностью радужки, сзади – передней поверхностью стекловидного тела, снаружи – внутренней поверхностью цилиарного тела, внутри – экватором хрусталика. Объем задней камеры составляет около 80 мм<sup>3</sup>. Весь объем камеры занимают пронизывающие её связки хрусталика.

Передняя и задняя камеры сообщаются между собой через зрачок. Камеры заполнены водянистой влагой, которая продуцируется эпителием передней ресничной части цилиарного тела и в процессе ультрафильтрации из капиллярной сети. Водянистая влага – прозрачная бесцветная жидкость, напоминающая по составу плазму крови. Входит в состав оптической системы глаза, показатель преломления 1,33. Камеры глаза вмещают 1,23-1,32 см<sup>3</sup> водянистой влаги (4% от содержимого глаза). Минутный объем влаги равен ~ 2,0 мм<sup>3</sup>, суточный ~2,9 см<sup>3</sup>. Полный обмен влаги осуществляется около 10 часов.

Водянистая влага оттекает через дренажную систему глаза. В дренажную систему входят: трабекулярный аппарат, склеральный венозный синус, коллекторные каналы (рис. 17, 21).

Трабекулярный аппарат представлен сеточкой, затягивающей внутреннюю склеральную борозду на всю глубину. На продольном разрезе



**Рис. 21.** Дренажная система глаза (схема). 1. угол передней камеры; 2. трабекулярный аппарат; 3. шлеммов канал; 4. коллекторный каналец.

имеет форму треугольника. Вершина треугольника крепится к переднему краю борозды, где граничит Швальбе с десцеметовой оболочкой роговицы, образуя переднее пограничное кольцо. Основание же крепится к заднему краю – склеральной шпоре, так же частично связано с мышцей Брюкке (меридиональные волокна) ресничной мышцы и корнем радужки. Структура трабекулы представлена 3 частями: корнеосклеральной трабекулы, увеальной трабекулы, юстаканаликулярной ткани. *Корнеосклеральная трабекула* состоит из 10-14 параллельно лежащих слоев, представленных в виде пластин с отверстиями, которые состоят из коллагеновых и эластических волокон. Каждая пластинка покрыта с двух сторон базальной мембраной и эндотелием. Между пластинами есть щели, заполненные водянистой влагой, они называются фонтановы пространства (*spacia iridocomedialis Fontana*). Через эти пространства и отверстия пластин происходит фильтрация водянистой влаги. *Увеальная трабекула* граничит с корнем радужки и мышцей Брюкке. Она представлена такими же пластинками, что и корнеосклеральная трабекула, только меньшим количеством слоёв (1-3 шт). *Юстаканаликулярная ткань* состоит из 2-3 слоев фиброцитов, рыхлой волокнистой ткани, тонкой мембраны и эндотелия (содержит "гигантские" вакуоли), последние два со стороны склерального венозного синуса. Вакуоли создают в эндотелии внутриклеточные динамические каналы, через которые водянистая влага поступает в склеральный венозный синус. Из-за того, что в этом слое нет четких протоков, этот слой оказывает наибольшее сопротивление оттоку водянистой влаги.

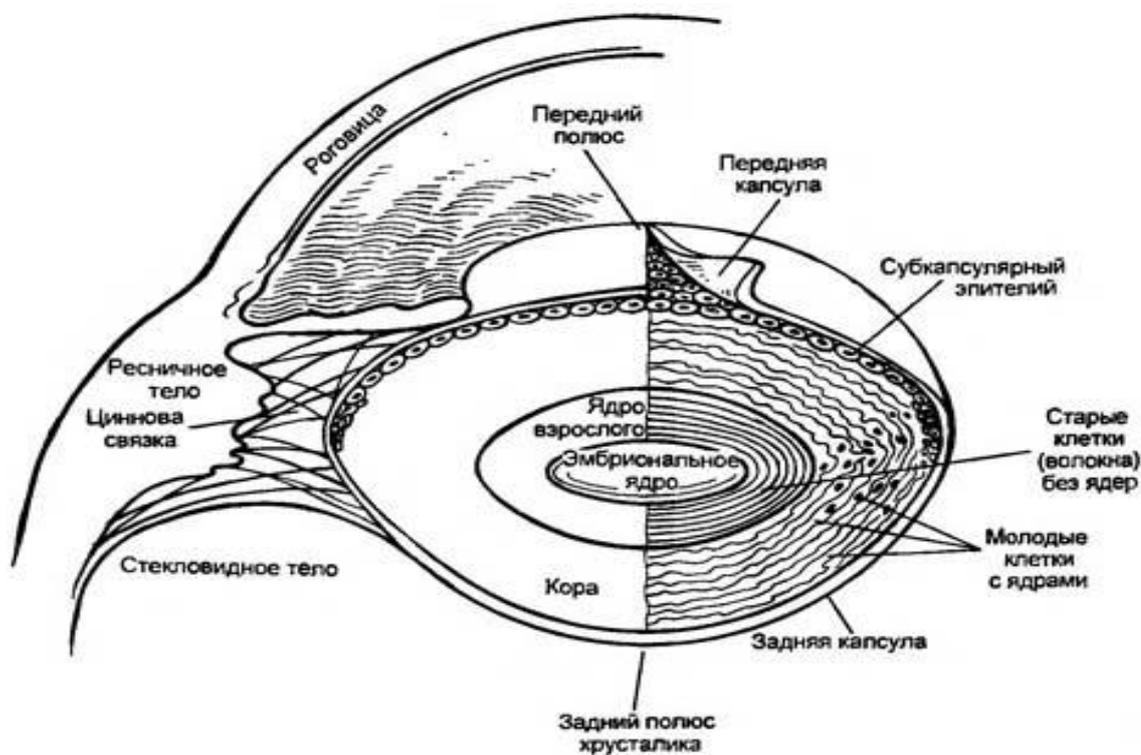
Склеральный венозный синус (Шлеммов канал) представляет собой кольцевидную щель, лежащую параллельно трабекулярному аппарату в наружной части внутренней склеральной борозды. Ширина канала 300-500 мкм, глубина 25 мкм. Просвет канала может быть с перегородками.

Коллекторные каналы или выпускники склерального венозного синуса разнотипны, лежат в склере и эписклере в количестве от 37 до 49.

Через них водянистая влага уходит по трем направлениям: в глубокое склеральное венозное сплетение через узкие и короткие канальца; в эписклеральные вены через одиночные крупные "водянистые" вены (выходят на поверхность склеры); в венозную сеть цилиарного тела. Отток водянистой влаги идет за счет разности давлений в полости глаза и венозном синусе склеры и в этом же синусе и передних ресничных венах.

### **Хрусталик.**

Хрусталик (lens) (рис. 4, 12, 17, 22) представляет собой прозрачное полутвердое бессосудистое тело. У новорожденных он почти шаровидной формы, а у взрослых в виде двояковыпуклой линзы. Диаметр хрусталика 9-10 мм и толщиной в центре 3,6-5мм (зависит от аккомодации). Радиус кривизны передней и задней поверхности хрусталика неодинаковы.



**Рис. 22.** Строение хрусталика. Схематично.

Передняя поверхность более плоская и в покое аккомодации её радиус составляет 10 мм, а задней 6 мм. При максимальном напряжении аккомодации радиус передней и задней поверхности одинаков и равен 5,33 мм. Преломляющая сила хрусталика в покое в среднем 20 диоптрий, а в состоянии напряжения около 33 диоптрий.

Хрусталик располагается между прикрывающей его спереди радужной оболочкой и углублением передней поверхности стекловидного тела сзади. Между цилиарными отростками и хрусталиком (от экватора) натянуты тонкие стекловидные зонулярные волокна (*fibrae zonulares*), которые образуют ресничный пояс (zonula ciliaris), поддерживающий хрусталик в этом положении. Между стекловидным телом и хрусталиком есть узкая щель – ретролентальное пространство (*spatium retrolentale*), ограниченная связкой Вигера. Эта связка расположена по наружному краю углубления стекловидного тела и фиксирует к нему хрусталик. Задняя и передняя поверхности хрусталика омываются водянистой влагой.

Хрусталик гистологически делят на капсулу, капсулярный эпителий и хрусталиковые волокна (рис. 22).

Капсула является наружным слоем хрусталика, бесструктурна, прозрачна, преломляет свет. Различают "переднюю" капсулу, та её часть, которая расположена на передней поверхности хрусталика и "заднюю" капсулы, на задней поверхности. Передняя капсула (0,008-0,02 мм) толще задней (0,002-0,004 мм), вследствие однослойного эпителия покрывающего её изнутри. Самые толстые места капсулы расположены в зоне экватора, где крепятся стекловидные зонулярные волокна. Эти места капсулы, если их отслоить, выглядят как тонкая пластинка, называемая зонулярной.

Капсулярный эпителий однослойный, покрывает переднюю часть капсулы. В области центра капсулы клетки эпителия сначала уплощены, плотно прилегают друг к другу и почти не делятся, а затем к экватору они удлиняются, их становится больше, чаще делятся. У экватора

эпителиальные клетки трансформируются в призматические и хрусталиковые волокна (*fibrae lentis*).

Хрусталиковые волокна растут от экватора к полюсам хрусталика. Волокна растут радиально и в местах встречи образуются швы в виде звезды с 9-12 лучами. Молодые волокна по мере своего роста оттесняют более старые к центру хрусталика, образуя его слоистую структуру. Центральные волокна наслаиваются друг на друга, уплотняются, теряют ядра, постепенно обезвоживаются и образуют ядро хрусталика (*nucleus lentis*). Хрусталиковые волокна растут на протяжении всей жизни, поэтому со временем увеличиваются размеры и плотность ядра, это приводит к снижению эластичности хрусталика, а уже вследствие этого и к уменьшению объема аккомодации.

Питательные вещества поступают из водянистой влаги путем диффузии их через капсулу. Капсула избирательно проницаема, вследствие этого химический состав хрусталика примерно постоянен. В состав входят органоспецифичные белки (40%), углеводы и их производные, вода (до 60%), много ионов калия и мало натрия, повышенная концентрация аминокислот. Дыхание хрусталика идет с помощью процесса дегидрирования (отщепления дегидразой ионов водорода, с последующим их прикреплением к любому акцептору).

Хрусталик выполняет оптическую функцию – фокусирует лучи на сетчатку.

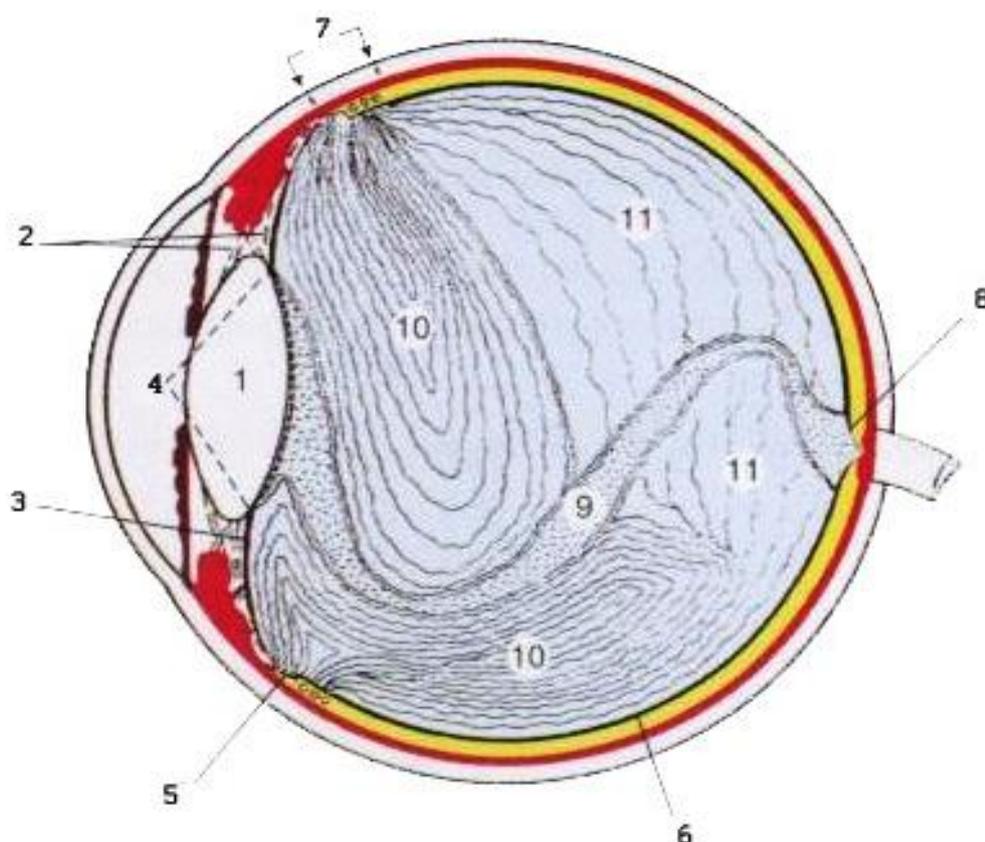
### **Стекловидное тело.**

Стекловидное тело (*corpus vitreum*) (рис. 12, 17, 23) представляет собой бесцветное, прозрачное желеобразное вещество, которое заполняет пространство между хрусталиком, цинновой связкой и сетчаткой. Стекловидное тело занимает объем 3,5-4,0 мл, что составляет 60% объема глазного яблока, вес его 4 грамма. Имеет шаровидную форму, слегка сплюснутую в сагиттальном направлении, выделяют переднее и заднее

основание стекловидного тела. На передней поверхности есть углубление (fossa hyaloidea) к которому прилежит хрусталик, задняя поверхность прилежит к сетчатке.

Стекловидное тело состоит из 99% воды, коллагеновых волокон, гиалурона, белков, клеток – гиалоцитов, аминокислоты, мочевины, креатинина, сахара, калий, хлориды и др.

В стекловидном теле выделяют гиалоидную мембрану, строму, клокетов канал (рис. 23).



**Рис. 23.** Строение стекловидного тела. 1. хрусталик; 2 – волокна зонулярного пояса; 3. передняя гиалоидная мембрана СТ - зонулярная (сплошная линия) и ретролентальная (пунктирная линия) её части; 4. кольцевидная гиалоидная капсулярная связка Wígera; 5. ora serrata сетчатки; 6. задняя гиалоидная мембрана СТ; 7. переднее основание СТ; 8. заднее основание СТ; 9. клокетов канал; 10. передние фибриллы СТ; 11. фибриллы тракта Retziuse СТ.

Гиалоидная мембрана – самая наружная часть стекловидного тела. Этот слой содержит гиалоциты, они принимают участие в синтезе гиалуроновой кислоты и белков стекловидного тела, а так же коллагеновые фибриллы.

Зубчатая линия сетчатки делит гиалоидную мембрану на переднюю и заднюю части. В передней части выделяют закристалликовую (ямка стекловидного тела) и зонулярную зону, разделенные связкой Вигера. В задней части наиболее выражена мембрана в местах фиксации – области диска зрительного нерва и плоской части цилиарного тела (здесь наибольшее количество гиалоцитов).

Строма представлена рыхлым центральным веществом стекловидного тела. В строме есть коллагеновые фибриллы, которые образуют витреальные тракты – преретинальный, срединный, венечный и гиалоидный. Так же имеет заполненные жидкостью оптически пустые зоны, которые лежат над диском зрительного нерва, сосудами сетчатки.

Стекловидный (клокетов) канал начинается от краев диска зрительного нерва воронкообразным расширением, далее суживаясь (максимальный диаметр 1-2мм), идет через строму к задней капсуле хрусталика (часто не достигает). В эмбриональном периоде в канале проходит артерия стекловидного тела.

Сосудов и нервов в стекловидном теле нет. Питание обеспечивается диффузией веществ из внутриглазной жидкости. Жидкость в стекловидном теле обменивается со скоростью 250 мл в сутки. Цилиарное тело продуцирует внутриглазную жидкость, которая частично поступает в стекловидное тело в области зубчатой линии. Затем жидкость постепенно проходит через всю толщу стекловидного тела по направлению к сетчатке, где доходит до оптической пустой зоны над диском зрительного нерва. Отсюда она оттекает из глаза через структуры зрительного нерва и переваскулярнымс пространствам сосудов сетчатки. Прозрачность обеспечивается в глазу барьерных структур (стенки сосудов сетчатки и её

внутренняя пограничная мембрана, гиалоидная мембрана стекловидного тела), обеспечивающих избирательную проницаемость.

Стекловидное тело обеспечивает форму и тонус глазного яблока, проводит свет к сетчатке.

## **VII. ЗРИТЕЛЬНЫЙ ПУТЬ.**

Зрительный путь состоит из ряда нейронов (рис. 25). Первый нейрон – это слой палочек и колбочек, второй – биполярные клетки, третий – ганглиозные клетки. Отростки ганглиозных клеток формируют зрительные нервы, хиазму и зрительные тракты.

### **Зрительный нерв.**

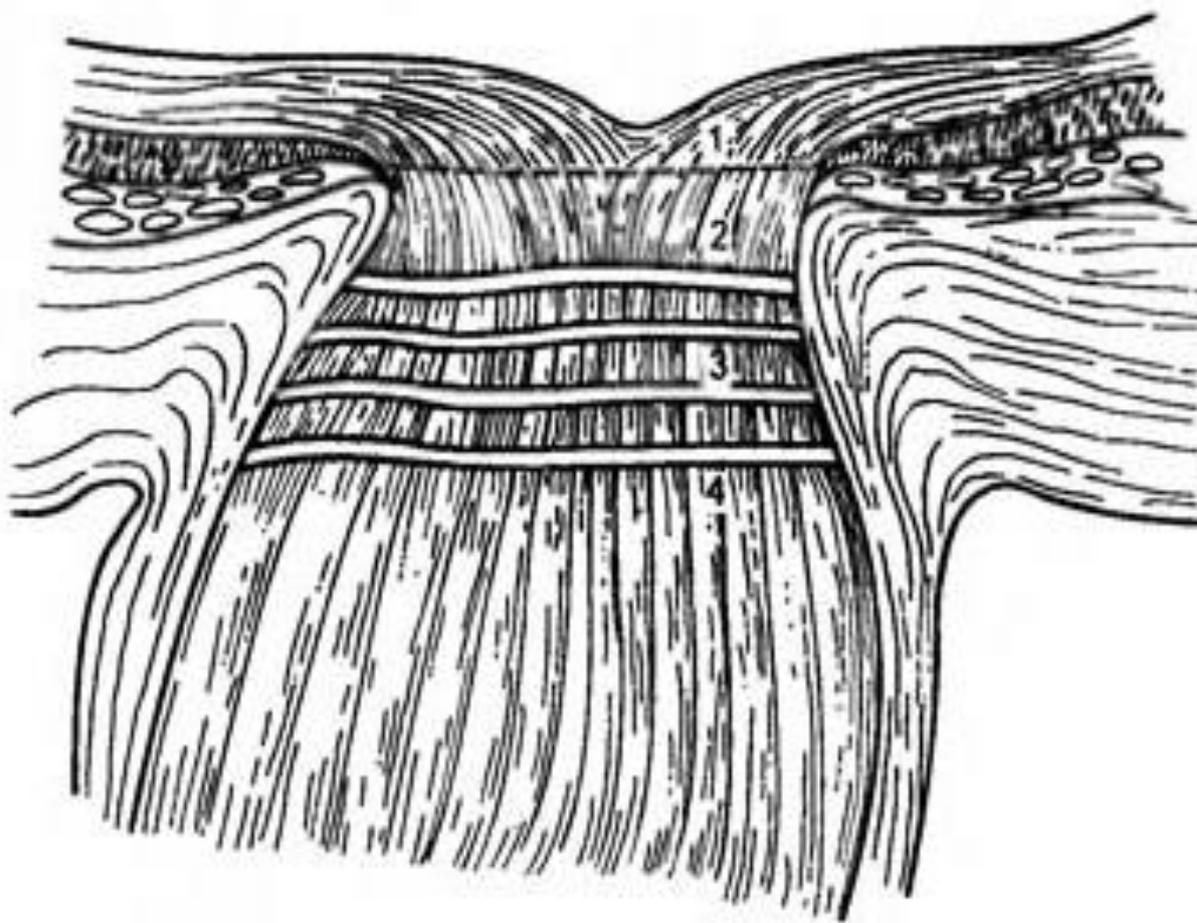
Общая длина у взрослых 35-55 мм. Зрительный нерв делят на четыре отдела: внутриглазной, внутриорбитальный, внутриканальный, внутричерепной.

Внутриглазной отдел представлен диском круглой формы (рис. 20) (или слегка вытянутой в вертикальном направлении) диаметром 1,75-2,0 мм, длиной 1 мм, площадью 2-3 мм<sup>2</sup>. Диск лежит на расстоянии 2,5-3,0 мм кнутри и на 0,5-1 мм книзу от заднего полюса (в медиальной части глазного дна).

В центре диска углубление (экскавация), откуда выходит центральная артерия и вена сетчатки.

Диск делят на 4 отдела (рис. 24): поверхностный (ретиальный), преламинарный, ламинарный и ретроламинарный.

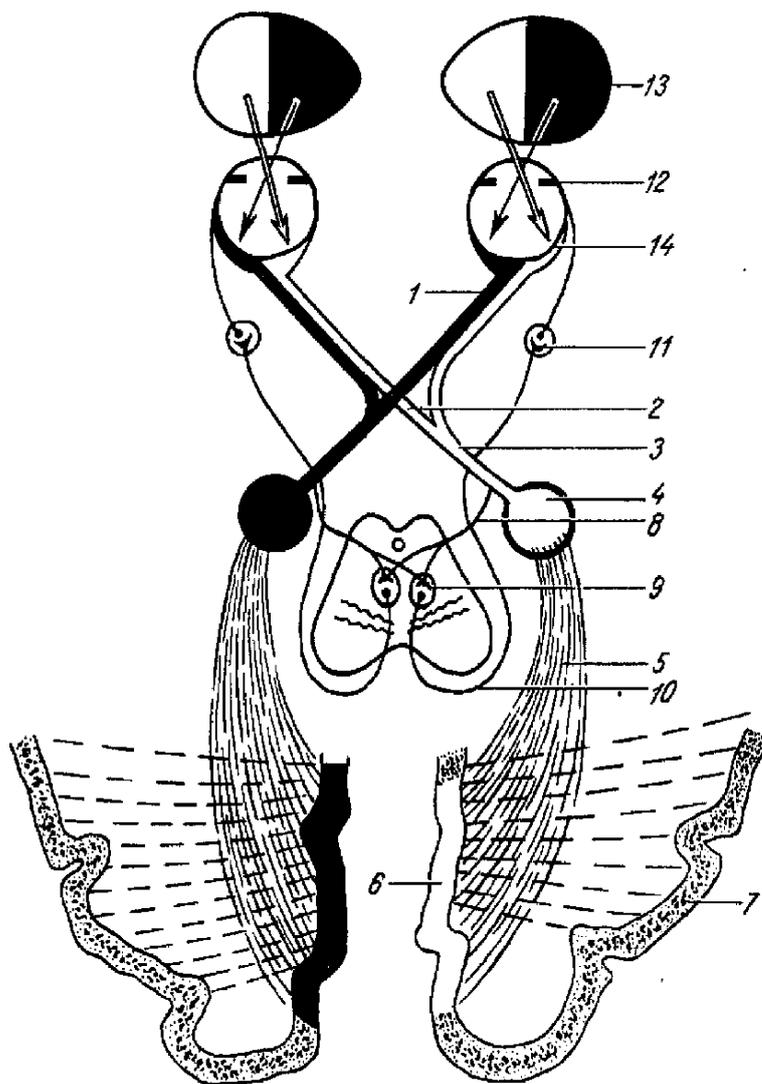
В височной половине поля зрения есть слепое пятно (физиологическая скатома) – оно соответствует проекции диска. Иногда его называют сосок зрительного нерва, потому что вокруг него утолщается сетчатка и слой нервных волокон, которые выступают в полость глаза в виде сосочка.



**Рис. 24.** Слои головки зрительного нерва.

1 – ретинальный; 2 – преламинарный; 3 – ламинарный; 4 – ретроламинарный.

Нервные волокна зрительного нерва образуют три пучка: папилло-макулярный пучок, волокна носовой и височной половины. Папилло-макулярный пучок входит в височную половину диска зрительного нерва, образован аксонами ганглиозных клеток отходящих от макулярной области сетчатки.



**Рис. 25.** Схема зрительных путей. 1. зрительный нерв; 2. зрительный перекрест; 3. зрительный тракт; 4. таламус и латеральное коленчатое тело; 5. центральный зрительный путь; 6. *sul. calcarinus*; 7. мнестические (память) центры зрения; 8. волокна зрительного тракта к крыше среднего мозга; 9. *nucl. accessorius III* пары черепных нервов; 10. волокна, входящие в состав глазодвигательного нерва; 11. ресничный узел; 12. *iris*; 13. поле зрения; 14. сетчатка.

Волокна носовой половины сетчатки идут радиально в височную половину диска. А волокна височной половины сетчатки идут в обратном направлении, по пути сверху и снизу огибая папилло-макулярный пучок и оканчиваются в носовой половине диска.

Внутриорбитальный отдел (рис. 5, 29) начинается после выхода волокон через решетчатую пластинку склеры. Длина около 3 см, толщина с оболочками (твердой, паутиной, мягкой) 4,5 мм, без них 3,5 мм. Твердая мозговая оболочка срастается со склерой и теноновой капсулой глазного яблока и надкостницей в области зрительного отверстия. Субдуральное и субарахноидальное пространство соединяются с такими же пространствами головного мозга. Пространства изолированы друг от друга, заполнены жидкостью (ликвор, внутриглазная, тканевая). Отток её идет в сторону мозга, вследствие более низкого давления. Нерв в этом отделе имеет горизонтальный S-образный изгиб, который обеспечивает отсутствие натяжения волокон при движении глазного яблока. Соотношение нервных волокон по выходу из глаза сохраняется как в диске. Затем папилло-макулярный пучок становится центральным, медиально от него – волокна носовой половины сетчатки, латерально – волокна височных половин.

Внутриканальный отдел зрительного нерва лежит в костном канале и имеет длину около 1 см (рис. 5, 29). Начинается от зрительного отверстия клиновидной кости и заканчивается у отверстия канала внутри черепа. В канале нерв лежит выше и медиально от глазной артерии. Нерв покрыт только мягкой и паутиной оболочками.

Внутричерепной отдел (рис. 5, 29) в длину около 1,5 см и делится. Нерв по выходу из зрительного канала идет к турецкому седлу, где перекрещивается с другим зрительным нервом, образуя хиазму (*chiasma opticum*) (рис. 5).

Хиазма имеет длину 4-10 мм, ширину 9-11 мм, толщину 5 мм, покрыта мягкой оболочкой. Снизу под хиазмой расположена диафрагма

турецкого седла, сверху и сзади дно III желудочка, по бокам внутренние сонные артерии, позади воронка гипофиза.

Волокна зрительного нерва с носовых половин сетчатки в области хиазмы частично перекрещиваются, соединяясь с волокнами от височных половин сетчатки другого глаза. Уже перекрестившиеся волокна образуют зрительные тракты (правый, левый).

Зрительные тракты (*tractus opticus*), длина их около 30-40 мм, отходят от задней поверхности хиазмы, дивергируя, идут к латеральным коленчатым телам (*corpus geniculatum laterale*), к задней части зрительного бугра (*thalamus opticus*), к передним четверохолмиям (*corpus quadrigeminum anterius*). Но только латеральные коленчатые тела являются подкорковыми центрами, в них заканчивается третий нейрон, а с ним и периферическая часть зрительного анализатора. Неперекрещенные волокна идут латерально, а перекрещенные медиально, между ними расположен папилло макулярный пучок.

Центральная часть зрительного анализатора (центральный нейрон) или зрительная лучистость начинается от ганглиозных клеток пятого и шестого слоев латерального коленчатого тела. Аксоны ганглиозных клеток образуют поле Вернике (*Wernicke*), затем проходят через заднюю ножку внутренней капсулы (*capsula interna*) и веерообразно заканчиваются пучком Грациоле в борозде птичьей шпоры (*fissura calcarina*) (затылочная доля). Эта область соответствует 17 корковому полю по Бродману.

Кровоснабжение зрительного нерва (рис 26, 29). Внутриглазная часть нерва в основном питается из системы глазной артерии: центральной артерией сетчатки и задних коротких цилиарных артерий. Преламинарная и ламинарная часть диска питается из ветвей задних коротких цилиарных артерий, ретинального отдела из системы центральной артерии сетчатки. Ретроламинарный отдел питается из обоих перечисленных выше источников. Ветви задних коротких цилиарных артерий могут образовывать неполное кольцо вокруг ДЗН (кольцо Цинна – Галлера).

Кровоснабжение имеет сегментарный характер. Часть зрительного нерва (до хиазмы) кровоснабжается ветвями внутренней сонной артерии.

Отток крови из капиллярной сети диска зрительного нерва и ретроламинарной области происходит в центральную вену сетчатки (рис 26).

### **Зрачковый рефлекс (световой) (рис. 25).**

Афферентная часть рефлекторной дуги начинается от колбочек и палочек сетчатки автономными волокнами. Они проходят в зрительном нерве точно так же, как и зрительные волокна.

Не доходя до латеральных коленчатых тел автономные волокна отделяются от зрительных и далее, частично перекрещиваясь, идут в ручку четверохолмия (*brachium quadrigeminum*), и оканчиваются у клеток претектальной области (*area pretectalis*).

От них направляются новые нейроны к ядрам Якубовича-Эдингера-Вестфала глазодвигательного нерва. К обоим глазодвигательным ядрам подходят афферентные волокна от желтого пятна сетчатки каждого глаза.

Эфферентная часть рефлекторной дуги для сфинктера радужки начинается от ядер глазодвигательного нерва (см. выше), далее идет отдельным пучком в составе этого нерва. После входа в глазницу эфферентные волокна идут вместе с нижней ветвью *n. oculomotorius*, проходят через глазодвигательный корешок (*radix oculomotoria*) до ресничного узла, где и заканчиваются.

Далее начинается второй нейрон – эфферентные волокна идут совместно с волокнами коротких ресничных нервов (*nn. ciliares breves*), проходят в глазное яблоко до перихориоидального пространства, где образуют нервное сплетение. Конечные нервные окончания иннервируют сфинктер радужки на всем протяжении отдельными 70-80 пучками.

Эфферентная часть рефлекторной дуги для мышцы расширяющей зрачок (симпатическая иннервация) начинается от цилиоспинального центра Будге (*Budge*), расположенного в передних рогах спинного мозга

между VII шейным и II грудным позвонками. От этого центра идут отростки к верхнему ганглию, расположенному на уровне II-IV шейных позвонков, по пути они проходят через пограничный ствол симпатического нерва, а затем нижний и средний симпатические шейные ганглии.

На этом уровне заканчивается первый нейрон пути. Отсюда же начинается второй нейрон, волокна которого идут к сплетению внутренней сонной артерии, далее идут в тройничный ганглий (*gangl.trigeminale*), а затем покидают его в составе *n.opthalmicus*, уже от него проходят в *n.nasociliaris* и потом волокна вместе с *nn.ciliares longi* проникают в глазное яблоко.

От центра Будге отходит и центральный симпатический путь, который заканчивается в коре затылочной доли мозга. Отсюда начинается уже кортико-нуклеарный путь торможения сфинктера зрачка.

Функция мышцы расширяющей зрачок регулируется с помощью супрануклеарного гипоталамического центра I.P.Karplus et A.Kreidl (1910), находящегося на уровне дна III желудочка мозга перед воронкой гипофиза. Ретикулярная формация связывает его с цилиоспинальным центром Будге.

## VIII. СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ.

### Артериальная система глаза

*Глазная артерия (a. ophthalmica)* (рис. 26, 27) – ветвь внутренней сонной артерии (a. carotis interna). Через неё идет основной поток крови к главному яблоку. Через зрительный канал (canalis opticus) глазная артерия попадает в полость глазницы, проходит под зрительным нервом, затем огибая его с наружной стороны вверх пересекает его с образованием дуги. От глазной артерии отходят основные стволы, питающие глазное яблоко.

*Центральная артерия сетчатки (ЦАС) (a. centralis retinae)* (рис. 26, 27) – начинается от задней части дуги глазной артерии. ЦАС входит снизу через твердую оболочку вглубь зрительного нерва на расстоянии 7-12 мм от заднего полюса глаза и направляется в сторону его диска, отдавая в обратном направлении тонкую веточку. Иногда глазничная часть нерва получает питание от небольшого сосуда - a. centralis nervi optici, который отходит или от a. centralis retinae, или от a. ophthalmica. Этот сосуд Т-образно делится в нерве и анастомозирует с сосудами мягкой мозговой оболочки.

ЦАС выходит через диск на глазное дно разветвляясь на две ветви: верхнюю и нижнюю. Каждая ветвь делится дихотомически до третьего порядка. Они образуют сосудистый круг зрительного нерва от которого отходят (рис. 20):

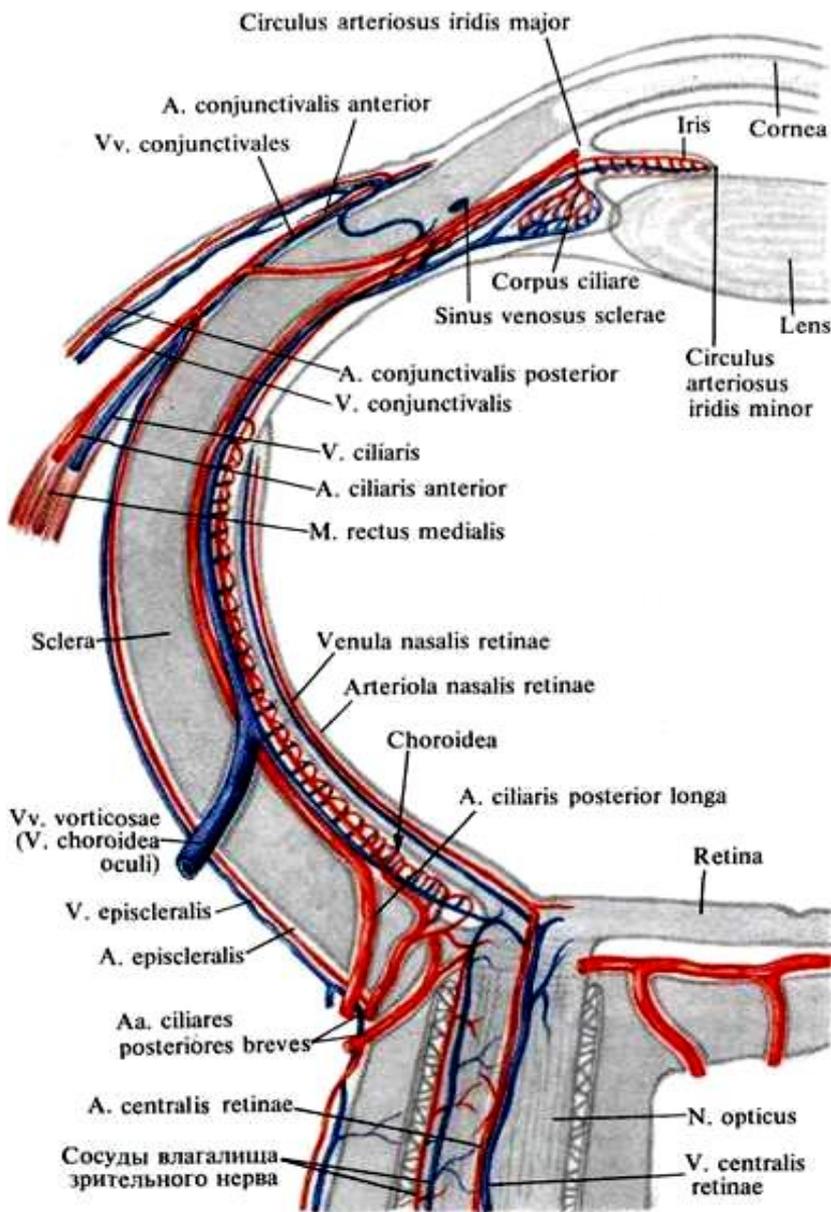
1) верхняя артериола пятна, arteriola macularis superior, направляется вверх и латерально;

2) нижняя артериола пятна, arteriola macularis inferior, также направляется латерально, но идет горизонтально, достигая пятна;

3) медиальная артериола сетчатки, arteriola medialis retinae,— сравнительно небольшой сосуд, направляется медиально и несколько вверх;

4) верхняя носовая артериола сетчатки, arteriola nasalis retinae superior, направляется вертикально вверх;

5) нижняя носовая артериола сетчатки, arteriola nasalis retinae inferior, направляется вниз и несколько медиально;



**Рис.26.** Глазное яблоко правое (горизонтальный разрез)  
расположение артерий и вен в глазном яблоке

б) верхняя височная артериола сетчатки, *arteriola temporalis retinae superior*,— мощный сосуд, направляется вверх и латерально;

7) нижняя височная артериола сетчатки, *arteriola temporalis retinae inferior*, направляется вниз и латерально.

Эта сосудистая сеть снабжает кровью мозговой слой сетчатки и внутриглазную часть диска зрительного нерва.

В центральной ямке сосуды отсутствуют. В области макулы имеется хорошо развитая сеть сосудов, отдельно можно выделить *a.cilioretinalis*, которая отходит от задней короткой ресничной артерии или артериального круга Цинна-Галлера.

*Задние длинные ресничные артерии (aa.ciliares posteriores longae)* (рис. 18, 26, 27) – эти две артерии отходят от глазной артерии и направляются к главному яблоку по сторонам зрительного нерва.

Пройдя через склеру в глазное яблоко, вступают в супрахориоидальное пространство и по внутренней и наружной стороне глазного яблока доходят до цилиарного тела. Далее делятся на нисходящие и восходящие ветви, которые дихотомически делятся и идут по цилиарному краю радужки, соединяясь друг с другом. Соединённые ветви, анастомозируют с передними ресничными (ветви *aa.musculares*) артериями и образуют большой артериальный круг радужки (*circulus arteriosus iridis major*). От этого круга отходят веточки к цилиарной мышце и в радужку, образуя на границе между зрачковым и ресничным поясами радужки малый артериальный круг (*circulus arteriosus iridis minor*). От задних длинных ресничных артерий отходят возвратные артерии, соединяющие их с короткими ресничными артериями. В проекции на склеру задние длинные ресничные артерии проецируются в зоне прохождения внутренней и наружной прямых мышц глаза.

*Задние короткие ресничные артерии (aa.ciliares posteriores breves)* (рис. 18, 26, 27) – отходят от глазной артерии в количестве 4-12 ветвей. По ходу движения к главному яблоку они ветвятся и подходят к склере

заднего полюса в количестве 18-20 ветвей. Здесь от артерий отходят веточки, которые идут к склере и к наружному влагалищу зрительного нерва. Сами же артерии прободают склеру вокруг зрительного нерва, проходят далее и формируют сосудистую оболочку – хориоидею.

Хориоидея питает нейроэпителиальный слой сетчатки (от слоя палочек и колбочек до наружной плексиформной включительно). Вокруг диска зрительного нерва задние короткие ресничные артерии соединяются друг с другом и с ветвями центральной артерии сетчатки, формируя внутрисклеральный артериальный круг Цинна-Галлера.

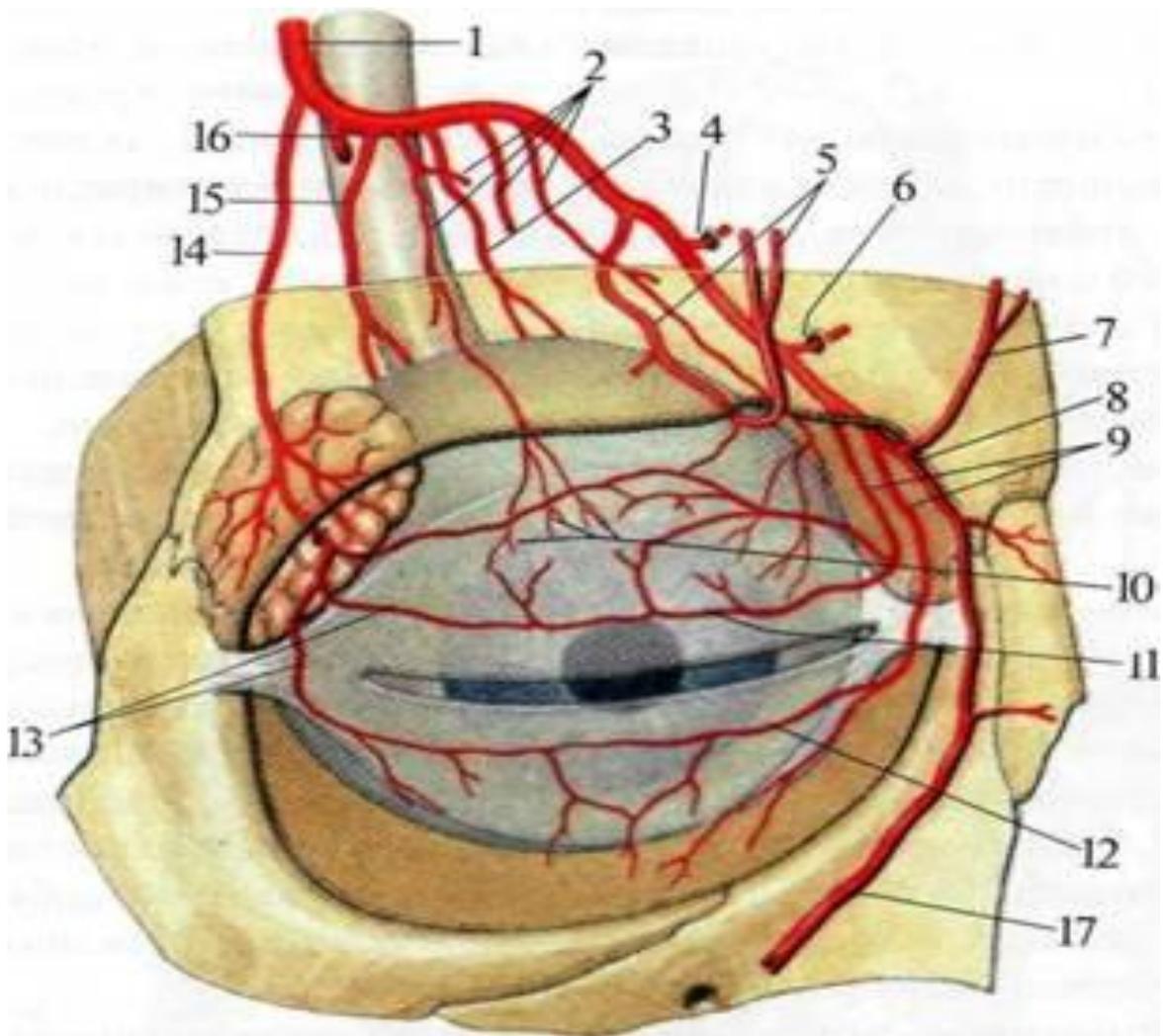
*Передние ресничные артерии (aa. ciliares anteriores)* (рис. 26, 27) – отходят от артерий питающих четыре прямые мышцы глаза, дальше крепления этих мышц к склере. От каждой идёт по две веточки передних ресничных артерий, кроме артерии наружной прямой мышцы, от которой только одна. Не доходя до роговицы 2-4 мм, передние ресничные артерии отдают веточки – эписклеральные артерии (aa. episclerales) (рис. 17), передние конъюнктивальные артерии (aa. conjunctivales anteriores), задние конъюнктивальные артерии (aa. conjunctivales posteriors). Эписклеральные артерии идут в глубоких слоях конъюнктивы к лимбу и, ветвясь, образуют двухслойную краевую петлистую сеть - поверхностную (plexus episcleralis) и глубокую (plexus scleralis). Вторые идут в поверхностных слоях конъюнктивы глазного яблока и анастомозируют с задними конъюнктивальными артериями. Третьи же подходят к конъюнктиве покрывающей веки и анастомозируют с артериальными дугами век. Сами передние ресничные артерии перфорируют склеру и вблизи от корня радужки попадают в толщу ресничной мышцы, кровоснабжая её. И дают анастомозы к задним длинным ресничным артериям, образуя большой артериальный круг радужки.

### **Артериальная система вспомогательных органов.**

*Мышечные артерии (aa.musculares)* отходят от глазной артерии в двух направлениях. В верхнем - для леватора века, верхней прямой и верхней косой мышц; и нижнем, для остальных глазодвигательных мышц.

*Медиальные артерии век (aa. palpebrals mediales superioris et inferioris)* (рис. 9, 27) представлены верхней и нижней ветвями, которые отходят от глазной артерии (a. ophthalmica) и выходят со стороны носа из орбиты, попадая в кожу век. Далее идут горизонтально в сторону латерального угла век, по ходу движения анастомозируя с идущими с височной стороны латеральными артериями век (aa. palpebrales laterales superioris et inferioris), отходящие от слезной артерии (a. lacrymalis). Слияние этих артерий приводит к образованию артериальных дуг век - arcus palpebralis superior и arcus palpebralis inferior. Они расположены на расстоянии 1-3 мм от свободных краёв век в мышечном слое. На верхнем веке чаще проходит две артериальные дуги, где вторая расположена в месте соединения хряща с тарзо-орбитальной фасцией и называется "периферической" (arcus tarsus periphaericus). Дуги верхнего века анастомозируют между собой вертикальными веточками. Артериальные дуги питают все ткани век, а так же прободая хрящ, выходят мелкими ветками – перфорирующими артериями (aa.perforantes) в конъюнктиву.

*Слезная артерия (a. lacrymalis)*(рис. 9, 27) отходит от начальной части глазной артерии, проходит вдоль верхнего края прямой боковой мышцы к слёзной железе, кровоснабжая своими веточками, как мышцу так и железу. Отходящими от неё латеральными артериями век (aa. palpebrales laterals) участвует в образовании артериальных дуг век. Анасто-мозирует со средней мененгиальной артерией (r. anastomoticus cum a. meningea media).



**Рис. 27.** Ветви глазной артерии, правой (полусхематично).

1. *a. ophthalmica*; 2. *aa. musculares*; 3. *a. ciliaris longa*; 4. *a. ethmoidalis posterior*; 5. *a. supraorbitalis*; 6. *a. ethmoidalis anterior*; 7. *a. supratrochlearis*; 8. *a. dorsalis nasi*; 9. *aa. palpebrales mediales*; 10. *aa. episclerales*; 11. *arcus palpebralis superior*; 12. *arcus palpebralis inferior*; 13. *aa. palpebrales laterales*; 14. *a. lacrimalis*; 15. *a. ciliaris posterioris brevis*; 16. *a. centralis retinae*; 17. *a. angularis*.

Надглазничная артерия (*a. supraorbitalis*)(рис. 9) отходит от глазной артерии и располагается в верхней части глазницы, между её стенкой и мышцей поднимающей верхнее веко, далее идёт в одноименной вырезке в лобной кости. Кровоснабжает круговую мышцу глаза, лобное брюшко затылочной-лобной мышцы и кожу. Аностомозирует с поверхностной височной артерией (*a. temporales superficiales*).

*Надблоковая артерия (a.supratrochlearis)* (рис. 9) концевая ветвь глазной артерии, расположена кнутри от надглазничной артерии. Проходит на кожу лба перегибаясь через надглазничный край, перфорировав предварительно *septum orbitale*. Кровоснабжает кожу медиальных отделов лба и мышцы, анастомозирует с веточками одноименной артерии другого глаза.

*Решетчатые артерии (aa. ethmoidales anterior et posterior)* ветви глазной артерии. Однако роль их в питании глазничных тканей незначительная.

*Подглазничная артерия (a. infraorbitalis)* – ветвь *a.maxillaris*, попадает в глазницу через нижнюю глазничную щель. Сначала лежит под надкостницей в подглазничной борозде нижней стенки орбиты, далее идёт в подглазничном канале и выходит на лицевую поверхность верхнечелюстной кости. Частично питает ткани нижнего века, отдаёт веточки к нижней прямой и нижней косой мышце, слезной железе и слезному мешку.

*A. facialis* (рис. 9)- сосуд, пролегающий в медиальной части входа в глазницу. В верхнем отделе отдает крупную ветвь - *a. angularis*.

### **Венозная система глаза**

Венозная кровь из глазного яблока в основном оттекает по внутренней (ретиальной) системе, представленной центральной веной сетчатки (*v.centralis retina*), и наружной (ресничной) системе, представленной передними и задними ресничными венами (*vv. ciliares anteriores et posteriores*), четырьмя вортикозными венами (*w.vorticosae*) (рис 18, 26).

Все артериолы сетчатки идут совместно с одноименными венулами. Можно выделить такие как: верхнюю и нижнюю венулы пятна (*venulae musculares superior et inferior*); медиальную венулу сетчатки (*venula medialis retinae*); верхнюю и нижнюю носовые венулы сетчатки (*venulae*

nasales retinae superior et inferior); верхнюю и нижнюю височные вены сетчатки (venulae temporales retinae superior et inferior). Все вены впадают в центральную вену сетчатки (v. centralis retinae), которая сопровождает одноименную артерию, и идут вместе в стволе зрительного нерва. Впадает центральная вена сетчатки в верхнюю глазную вену (v. ophthalmica superior) или в пещеристый синус (sinus cavernosus) (рис. 20).

Передние ресничные вены (vv. ciliares anteriores) берут своё начало от вен ресничной мышцы, в них впадают сосуды из венозного синуса склеры, который также сообщается с пространствами радужно-роговичного угла. После выхода через склеру собирают в себя эписклеральные вены (vv. episclerales) и конъюнктивальные вены (vv. conjunctivales). Сами же передние ресничные вены впадают в вены мышц глазного яблока (рис. 17, 18, 26)

Задние ресничные вены (vv. ciliares posteriores) собирают кровь из задних отделов глазного яблока.

Вортикозные вены (vv. vorticosae) (рис. 18) в количестве 4-6 собирают венозную кровь из собственно сосудистой оболочки, ресничного тела, а также радужки. Они в каждом из квадрантов глазного яблока проходят через склеру в косом направлении вдоль его экватора. Каждая пара вен впадает в соответствии с расположением либо в верхнюю, либо нижнюю глазную вену, которые уже анатомизируют с венами лица.

### **Венозная система вспомогательных органов глаза**

Артериям вспомогательных органов сопутствуют одноименные вены. Вся венозная система вспомогательных органов глаза отличается сложностью строения. Венозная кровь оттекает не только в вены глазницы, но и в венозную сеть лица, которая связана с венозными сплетениями височной области головы, крыловидного отростка, крылонебной ямки, мышечного отростка нижней челюсти, вследствие отсутствия клапанов.

Между венами лица и глазницы есть ряд анастомозов: угловая вена (*v. angularis*) – проходит возле внутреннего угла век и соединяет переднюю лицевую вену (*v. facialis anterior*) с верхней глазничной веной (*v. ophthalmica superior*); вены соединяющие со слезной веной (*v. lacrymalis*); вены соединяющие с поверхностной височной (*v. temporalis superficialis*) (рис. 9).

Венозное сплетение глазницы так же анастомозирует с венами решетчатых пазух и носовой полости.

## **IX. ИННЕРВАЦИЯ ГЛАЗА И ЕГО ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ**

Нервная система глаза представлена иннервацией: чувствительной, симпатической и двигательной.

### **Чувствительная иннервация.**

Чувствительная иннервация осуществляется посредством первой (*n. ophthalmicus*) и отчасти второй (*n. maxillaris*) ветвей тройничного нерва (V черепная пара).

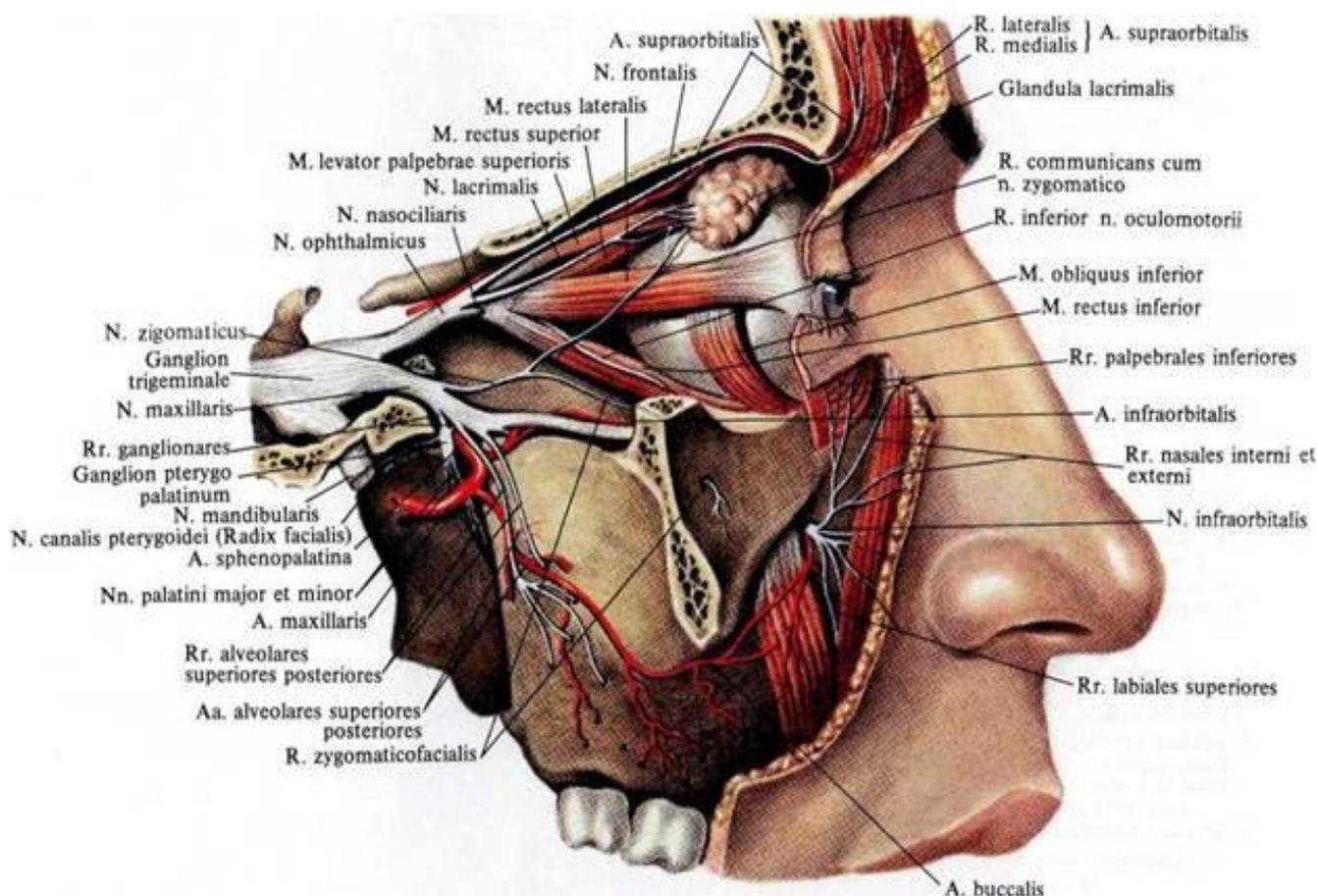
Первая ветвь тройничного нерва – глазной нерв (*n. ophthalmicus*) (рис 28, 29), выходит из полости черепа через *fissura orbitalis superior*, толщина нерва 2-3 мм. Нерв, еще в полости черепа, около входа в верхнюю глазничную щель делится на три основные ветви: носоресничную (*n. nasociliaris*), лобную (*n. frontalis*) и слезную (*n. lacrimalis*).

*А) слёзный нерв (*n. lacrimalis*) (рис. 28, 29)* он направляется по верхней стенке глазницы, над наружной прямой мышцей. Здесь располагается ямка слёзной железы (*fossa glandulae lacrimalis*) а в ней располагается слёзная железа (*glandula lacrimalis*), которую и иннервирует нерв, а так же конъюнктиву. Часть волокон проходит через тарзоорбитальную фасцию и иннервирует кожу латерального угла глаза.

Слёзный нерв отдаёт анастомозирующую веточку к височной ветви (r. zygomaticotemporalis) скулового нерва, которая отдаёт секреторные волокна для слезной железы.

Б) лобный нерв, *n. frontalis* (рис. 28, 29), идёт по верхней стенке глазницы, доходит до надглазничного края и через надглазничную вырезку выходит и идёт под названием надглазничный нерв (*n. supraorbitalis*) (рис. 29), на переднюю поверхность лобной кости, иннервируя кожу лба. У верхнего края глазницы, у её внутренней стенки от *n. frontalis* отходит надблоковый нерв (*n. supratrochlearis*).

Иннервирует небольшую зону кожи верхнего века и над его внутренней связкой.



**Рис. 28.** Тройничный нерв, *n. trigeminus*, правый; вид сбоку.  
(Боковая стенка глазницы удалена.)

*В) носоресничный нерв (n. nasociliaris)(рис. 28, 29) направляется по медиальной стенке глазницы. Он отдаёт следующие ветви:*

*а) подблоковый нерв (n. infratrochlearis) является конечной ветвью n.nasociliaris. Он иннервирует кожу в области корня носа, внутреннего угла век и соответствующие отделы конъюнктивы;*

*б) решетчатые и носовые ветви (nn. ethmoidales anterior et posterior)(рис. 29) -*

*идут через передние и задние решётчатые отверстия на медиальной стенке орбиты, иннервируя верхнюю часть слизистой оболочки носа);*

*в) длинные ресничные нервы (nn. cilliares longi) (рис. 18, 29) идут 3—4 тонкими отростками к склере в область зрительного нерва, прободают её, затем направляются по супрахориоидальному пространству кпереди, где, дойдя до цилиарного тела, образуют густое нервное сплетение (plexus ciliaris) совместно с короткими ресничными нервами.*

Далее из сплетения идут веточки в средний слой роговицы, но уже без миелиновой оболочки и образуют основное сплетение роговицы. Веточки сплетения формируют перед боуменовой мембраной еще одно сплетение. Волокна этого сплетения прободают боуменову мембрану и складываются на ее передней поверхности в подэпителиальное сплетение, от которого отходят концевые чувствительные веточки и заканчиваются непосредственно в эпителии. Волокна длинных ресничных нервов обеспечивают чувствительную и трофическую иннервацию цилиарного тела, радужки, роговицы и перилимбальной конъюнктивы.

На пути к глазу к длинным ресничным нервам присоединяются симпатические нервные волокна из сплетения внутренней сонной артерии, которые иннервируют дилататор зрачка.

По ходу первой ветви тройничного нерва имеется вегетативный (парасимпатический) *нервный узел – ресничный (ganglion ciliare)(рис. 29)*. Он расположен на расстоянии 18—20 мм за задним полюсом глаза под наружной прямой мышцей, прилегая в этой зоне к поверхности

зрительного нерва. В состав ресничного узла входят чувствительные волокна – *radix longa*, ветвь носореничного нерва, парасимпатические волокна – *radix breves*, глазодвигательного нерва и симпатические волокна – от сплетения внутренней сонной артерии. От ресничного узла идут постганглионарное волокно – 4-6 коротких ресничных ветвей (*nn. cilliales breves*) (рис. 18, 29), они проходят через склеру вокруг зрительного нерва. При прохождении ветвятся и, увеличиваясь в количестве до 20-30, идут к сосудистой оболочке глаза. Как упоминалось выше, вместе с длинными ресничными нервами, они образуют густое нервное сплетение в области ресничного тела (*plexus ciliaris*) и по окружности роговицы. В хориоидеи нет чувствительных волокон. Парасимпатические волокна, идущие в составе коротких ресничных ветвей, иннервируют сфинктер зрачка и ресничную мышцу, а симпатические волокна из сплетения внутренней сонной артерии иннервируют дилататор радужной оболочки.

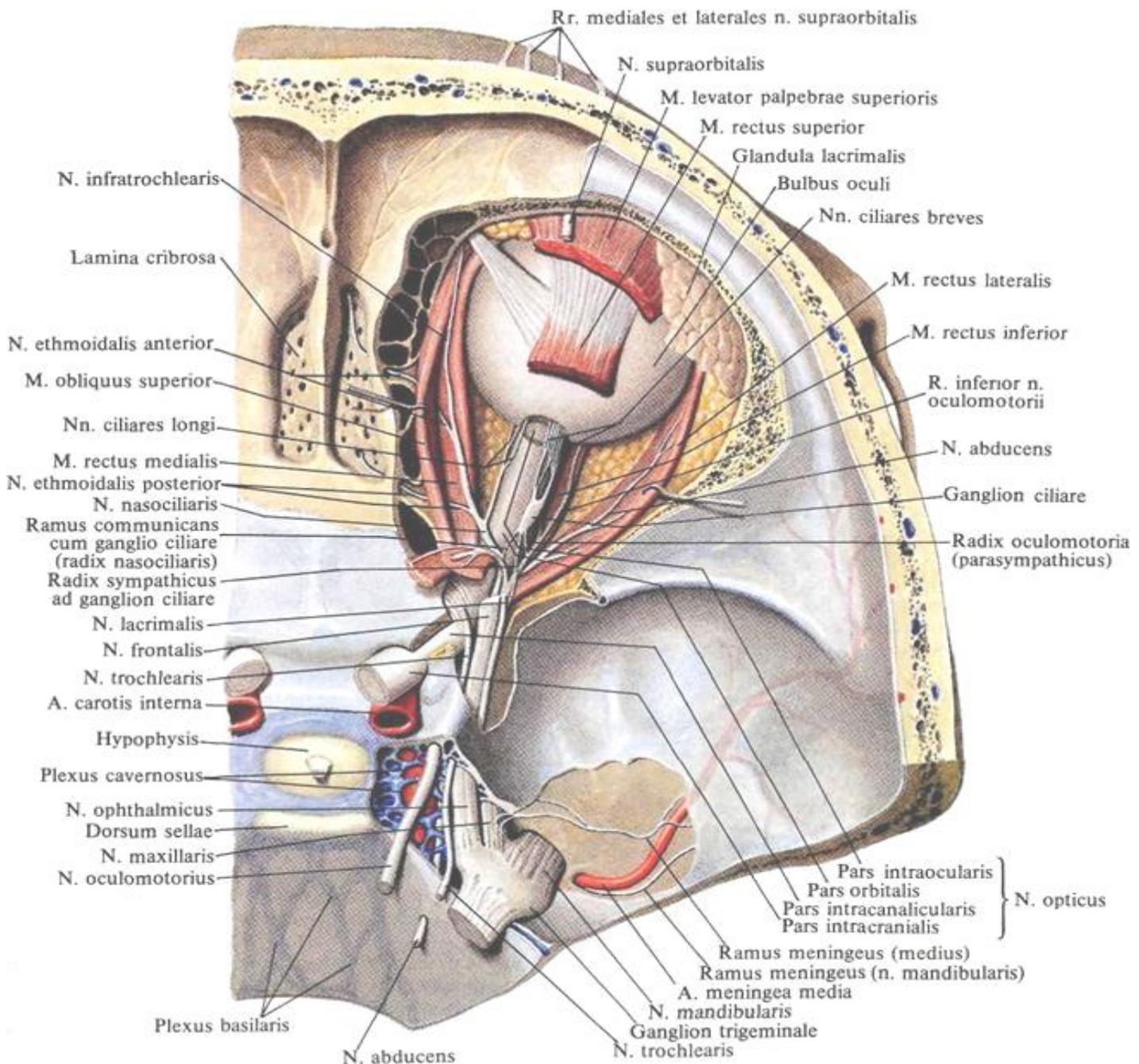
Вторая ветвь тройничного нерва – верхнечелюстной нерв (*n. maxillaris*) (рис. 28). Нерв чувствительный. Проникает через круглое отверстие в крылонёбную ямку (*fossa pterygopalatina*). Иннервирует вспомогательные органы глаза посредством двух ветвей – *n. infraorbitalis* и скуловой нерв (*n. zygomaticus*).

*Нижнеорбитальный нерв (*n. infraorbitalis*) (рис. 28, 29),* пройдя через нижнюю глазничную щель, входит в орбиту, где ложится на нижнюю её стенку в подглазничную бороздку (*sulcus infraorbitalis*), которая переходит в подглазничный канал (*canalis infraorbitalis*) и через подглазничное отверстие (*foramen infraorbitale*) на передней поверхности тела верхней челюсти выходит из глазницы. После выхода делится на конечные ветви, образуя малую гусиную лапку (*pes anserinus minor*), в которую входят:

- 1) нижние вековые (*nn. palpebrales inferiores*), иннервируют центральную часть нижнего века.
- 2) наружные носовые нервы (*nn. nasales externi*), иннервируют кожу крыльев носа.

3) внутренние носовые нервы (nn. nasales interni), иннервируют слизистую преддверия носа.

4) верхние губные нервы (nn. labiales superiores), иннервируют слизистую оболочку верхней губы.



**Рис. 29.** Нервы глазницы, правой; вид сверху. (Верхняя стенка глазницы удалена; вскрыта полость залегания узла тройничного нерва.)

*Скуловой нерв (n.zygomaticus)*(рис. 28), проходящий через нижнюю глазничную щель, делится в полости глазницы на две веточки: 1) скулолицевой нерв (n. zygomaticofacialis), 2) скуловисочный нерв (pars zygomaticotemporalis). Эти ветви входят в толщу скуловой кости через соответствующие отверстия, выходят из неё, разветвляются в коже скуловой области, верхнего отдела щеки и наружного угла глаза, передний отдел височной и задний отдел лобной области. Так же анастомозируя со слезным нервом (n.lacrimalis), они достигают слезной железы.

### **Двигательная иннервация.**

Двигательная иннервация органа зрения человека осуществляется с помощью III, IV, VI и VII пар черепных нервов.

Глазодвигательный нерв (n.oculomotorius, III черепная пара) (рис. 28, 29, 30) является смешанным нервом, так как содержит в своём составе двигательные и парасимпатические волокна. Ещё до входа в глазницу через верхнюю глазничную щель глазодвигательный нерв (n.oculomotorius) делится на две ветви — верхнюю и нижнюю (рис. 30)

Верхняя ветвь (ramus superior) идёт по латеральной поверхности зрительного нерва (n.opticus), между мышцей поднимающей верхнее веко (m.levator palpebrae superioris) и верхней прямой мышцей (m.rectus superior) и разделяется на две ветви, которые подходят к этим мышцам.

Нижняя ветвь (ramus inferior) более мощная, залегает под зрительным нервом и в глазнице делится на 3 ветви (рис. 30):

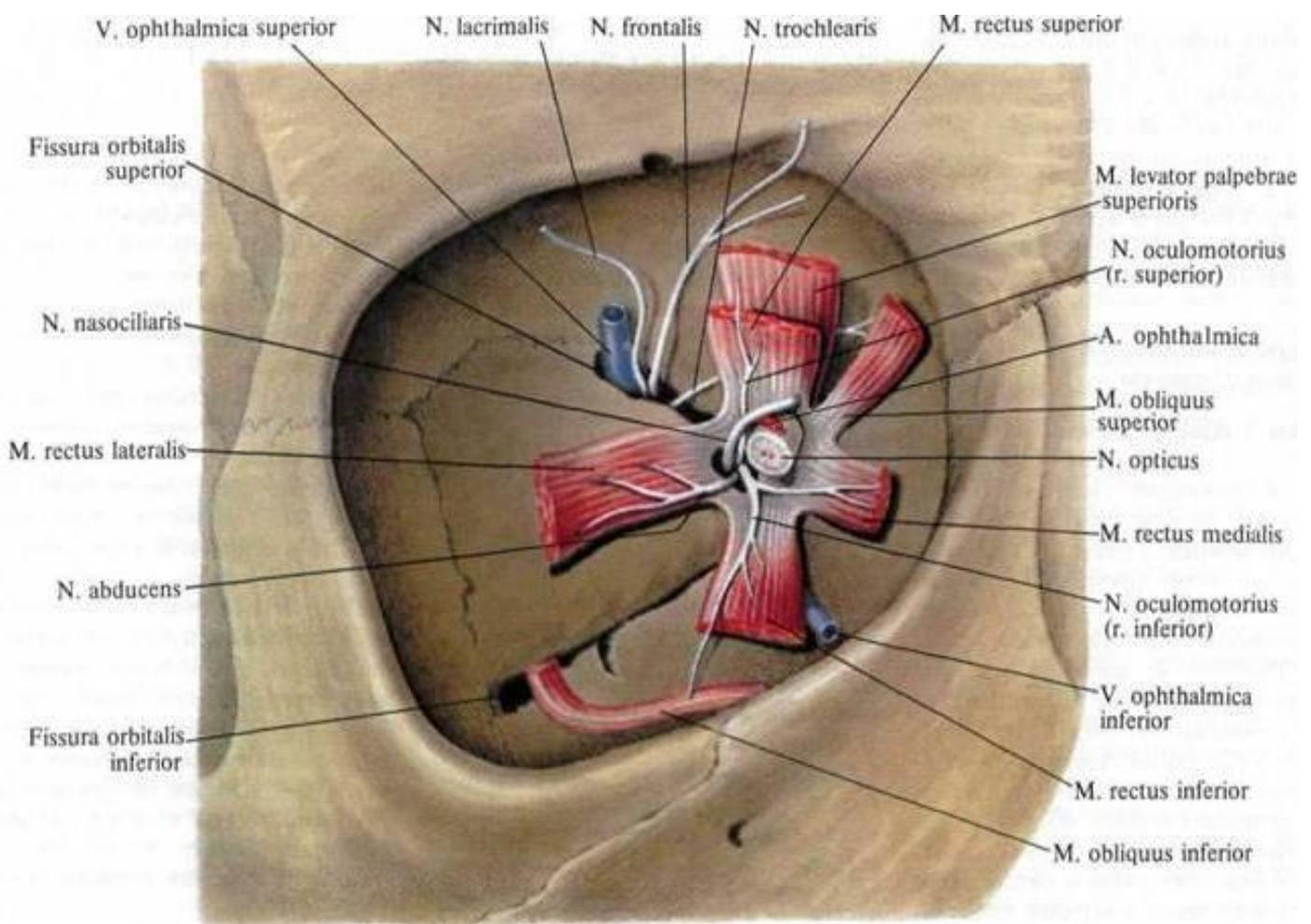
- 1) внутренняя – идёт к внутренней прямой мышце (m.rectus medialis);
- 2) средняя – иннервирует нижнюю прямую мышцу (m.rectus inferior);
- 3) наружная – проходит вдоль нижней прямой мышце (m.rectus inferior) к нижней косой мышце (m.obliquus inferior), от неё идёт корешок (radix oculomotoria) несущий парасимпатические волокна к ресничному узлу. Корешок иннервирует ресничную мышцу и сфинктер зрачка.

Дополнительно в состав n.oculomotorius, включаются симпатические волокна от симпатического внутреннего сонного сплетения окружающего

внутреннюю сонную артерию, и чувствительные волокна, отходящие от глазничного нерва (n.opthalmicus) — ветви тройничного нерва (n.trigeminus).

Блоковый нерв (n.trochlearis, IV черепная пара) – проникает в глазницу через верхнюю глазничную щель латеральнее мышечной воронки. Иннервирует верхнюю косую мышцу.

Отводящий нерв (n.abducens, VI черепная пара) (рис. 30) проникает в глазницу через верхнюю глазничную щель, располагаясь внутри мышечной воронки между двумя ветвями глазодвигательного нерва. Иннервирует наружную прямую мышцу глаза.



**Рис. 30.** Мышцы и нервы (mm. et nn. oculi) глаза, правого; вид спереди.  
(Оставлены начальные участки мышц;  
видно отношение мышц к нервам.)

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Глазные болезни / Архангельский В.Н. - М.: Медицина. - 1969. - 380 с.
2. Клинические лекции по офтальмологии / Басинский С.Н., Егоров Е.А. - ГЭОТАР-Медиа. - 2007. - 320 с.
3. Современная офтальмология: руководство для врачей. / Данилевич В.Ф. - СПб. - «Питер». - 2000. - 672 с.
4. Глазные болезни / Копаева В.Г. - М.: Медицина. - 2002. - 560 с.
5. Офтальмология. / Сидоренко Е.И.– М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2003. - 408 с.
6. Клиническая анатомия органа зрения человека / Сомов Е.Е. - М.: МЕДпресс. - 2005. - 136 с.
7. Клиническая офтальмология / Сомов Е.Е. - М.:МЕДпресс. - 2005. - 392 с.
8. Глазные болезни. / Федоров С. Н.с соавт. - М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2005. - 440 с.
9. Клиническая офтальмология / Джек Кански - Москва. - 2006. - 733 с.