

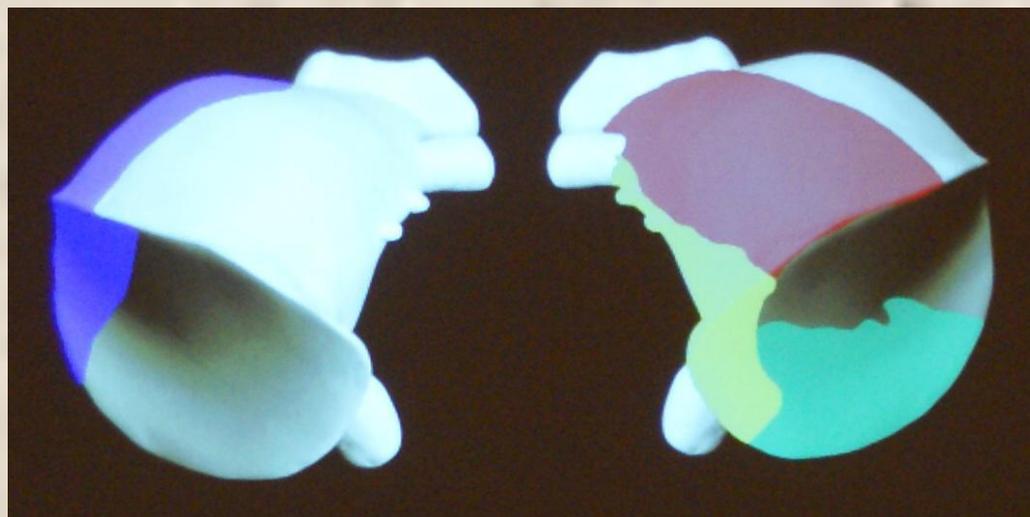
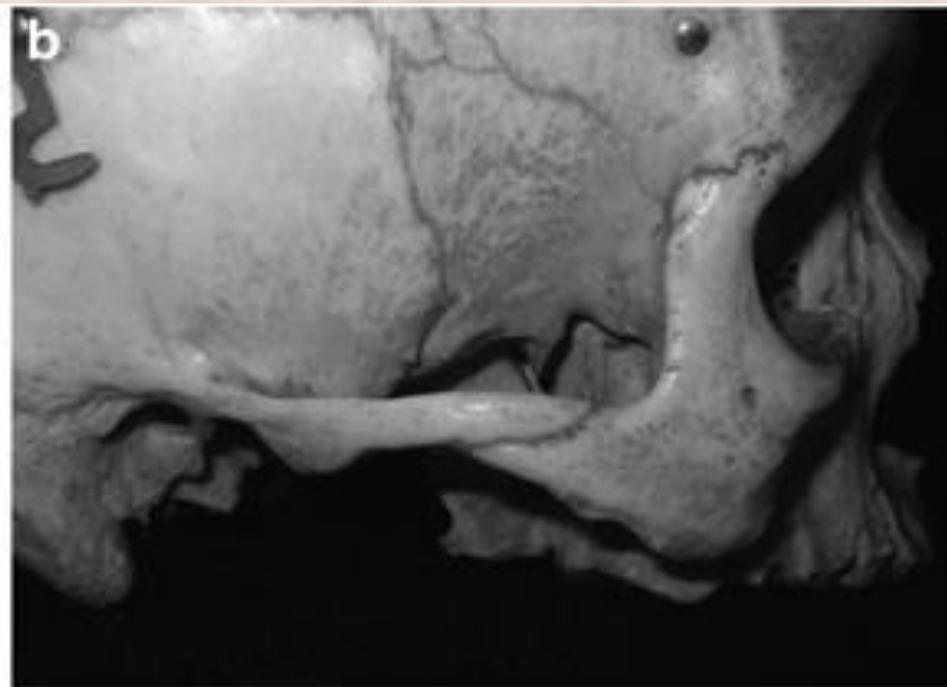
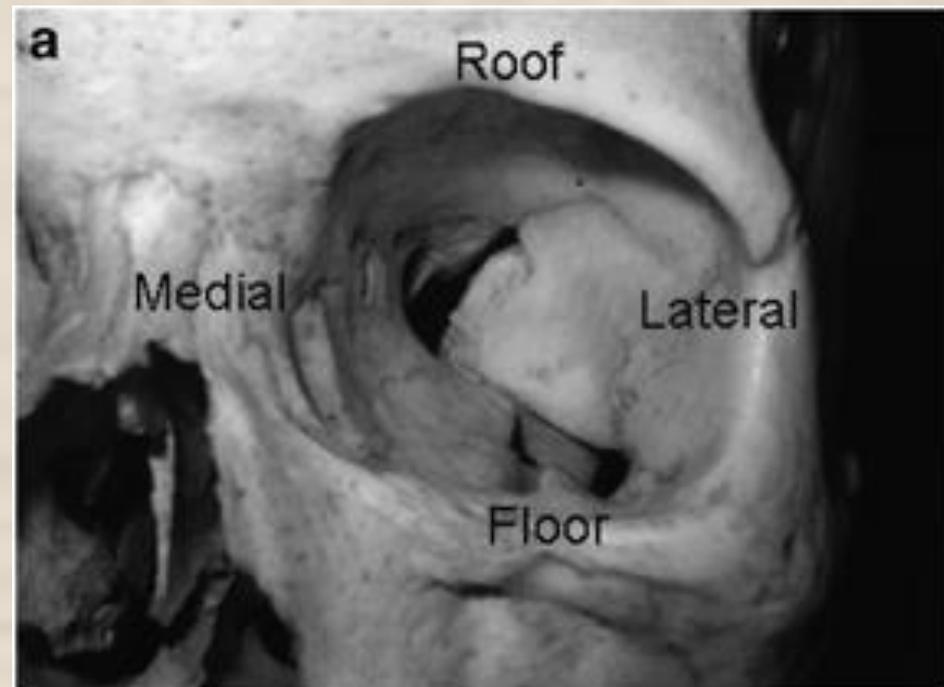
Клиническая анатомия органа зрения

В.П. Николаенко

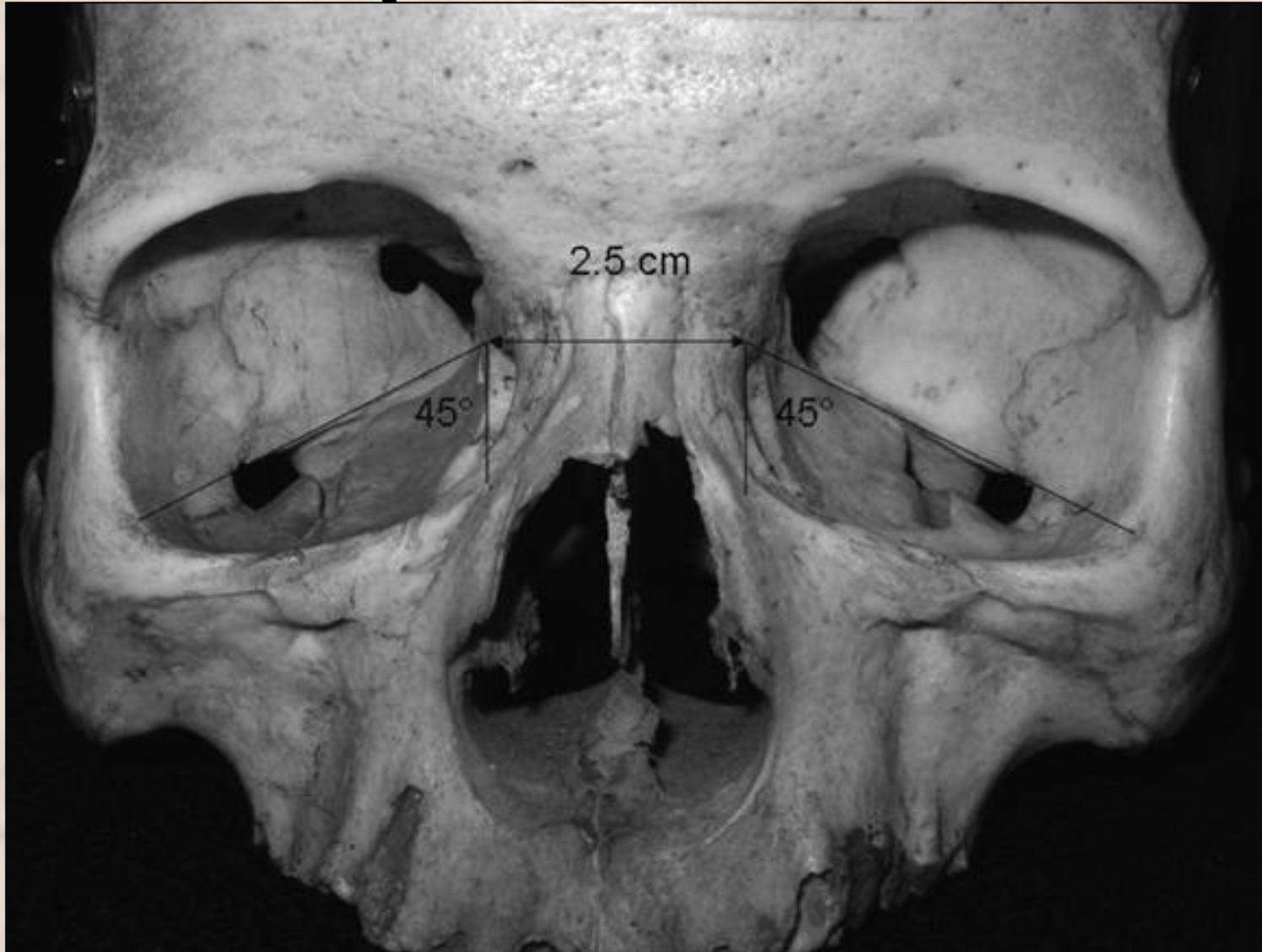
СПбГУ

2018

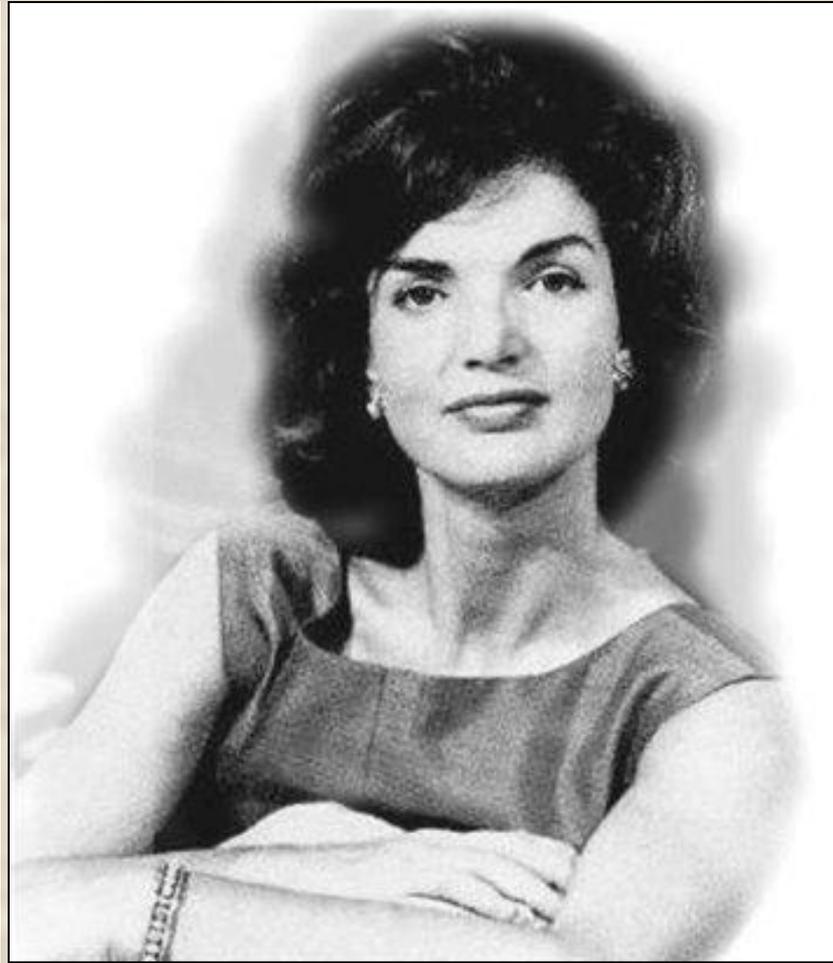
Глазница



Среднее межжорбитальное расстояние



Расширенное межорбитальное расстояние

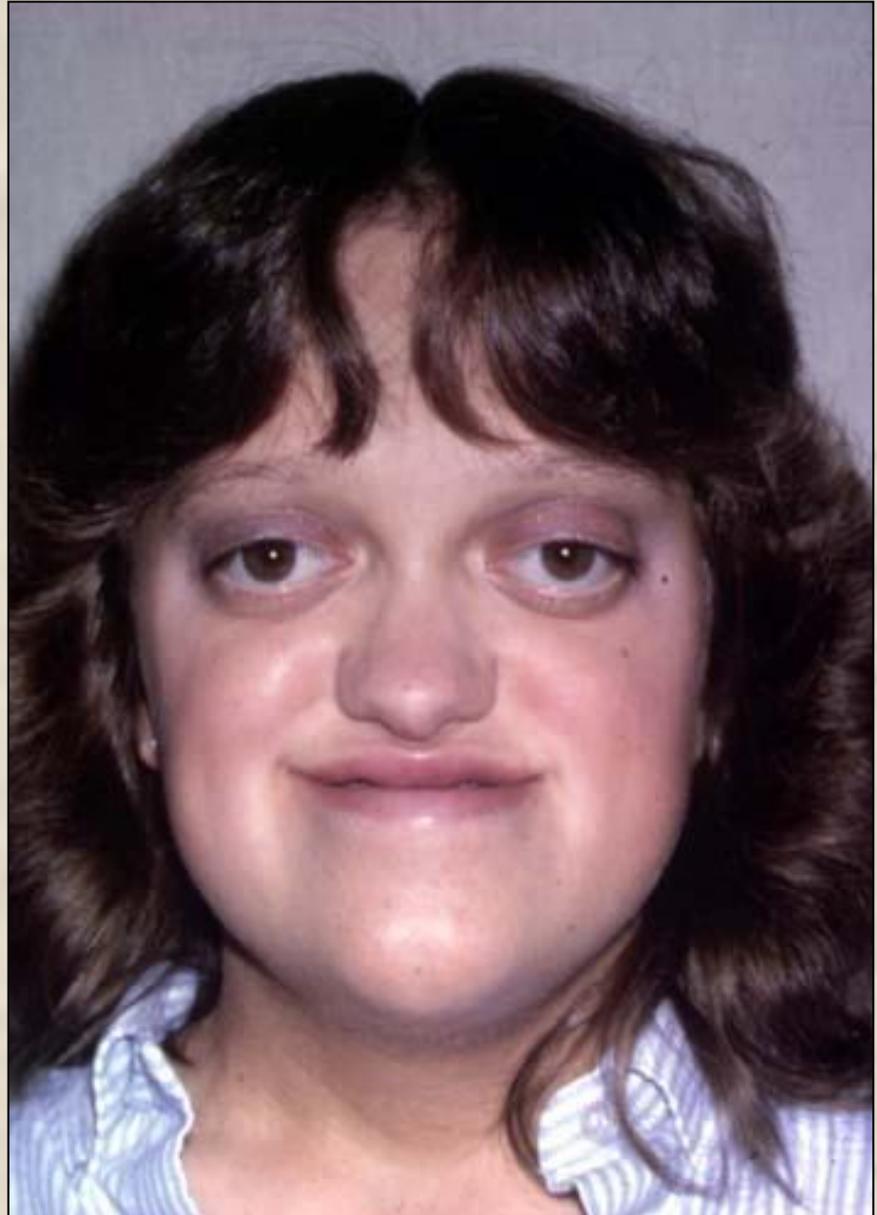
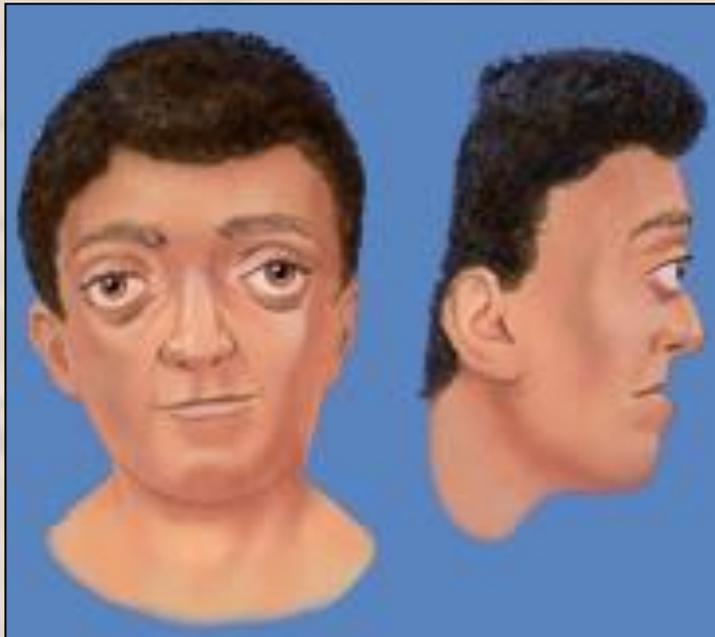
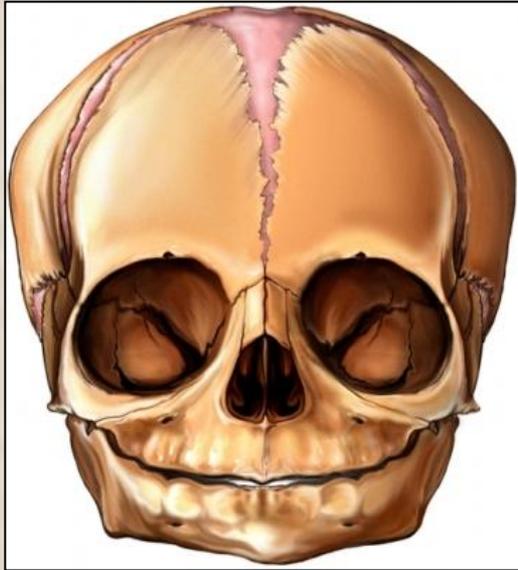


В норме межорбитальное расстояние, т.е. расстояние между передними слезными гребнями, у взрослых варьирует от 18,5 мм (стенопия) до 30,7 мм (эвриопия).

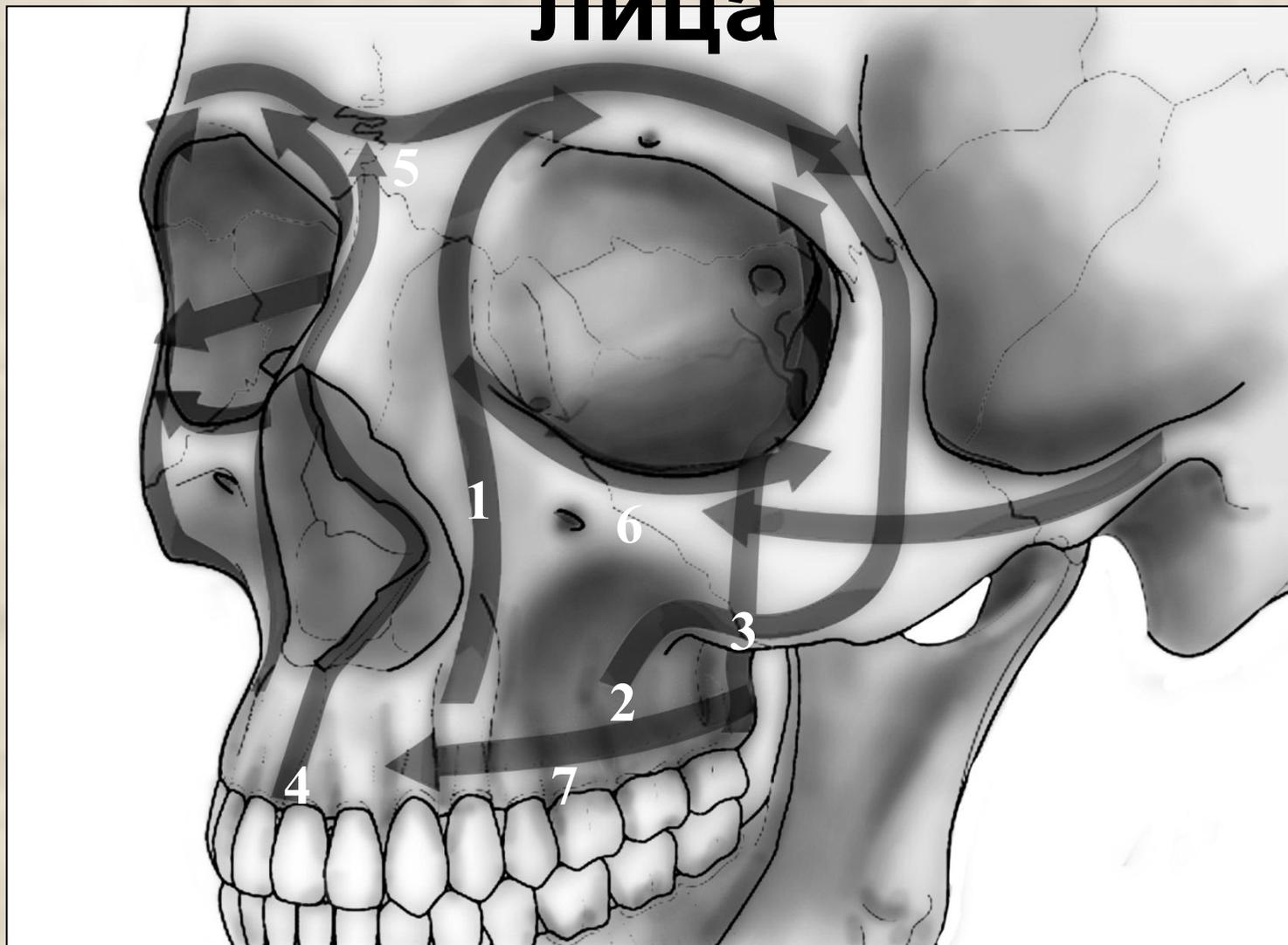
Гипертелоризм



Синдром Крузона



Контрфорсы средней зоны лица



Вертикальные и горизонтальные контрфорсы средней зоны лица: 1 – носовышнечелюстной, 2 – скуло-вышнечелюстной, 3 – крыловидно-вышнечелюстной, 4 – лобно-решетчато-сошниковый контрфорс, 5 – лобный контрфорс, 6 – подглазничный контрфорс, 7 – нижний (подковообразный) контрфорс.

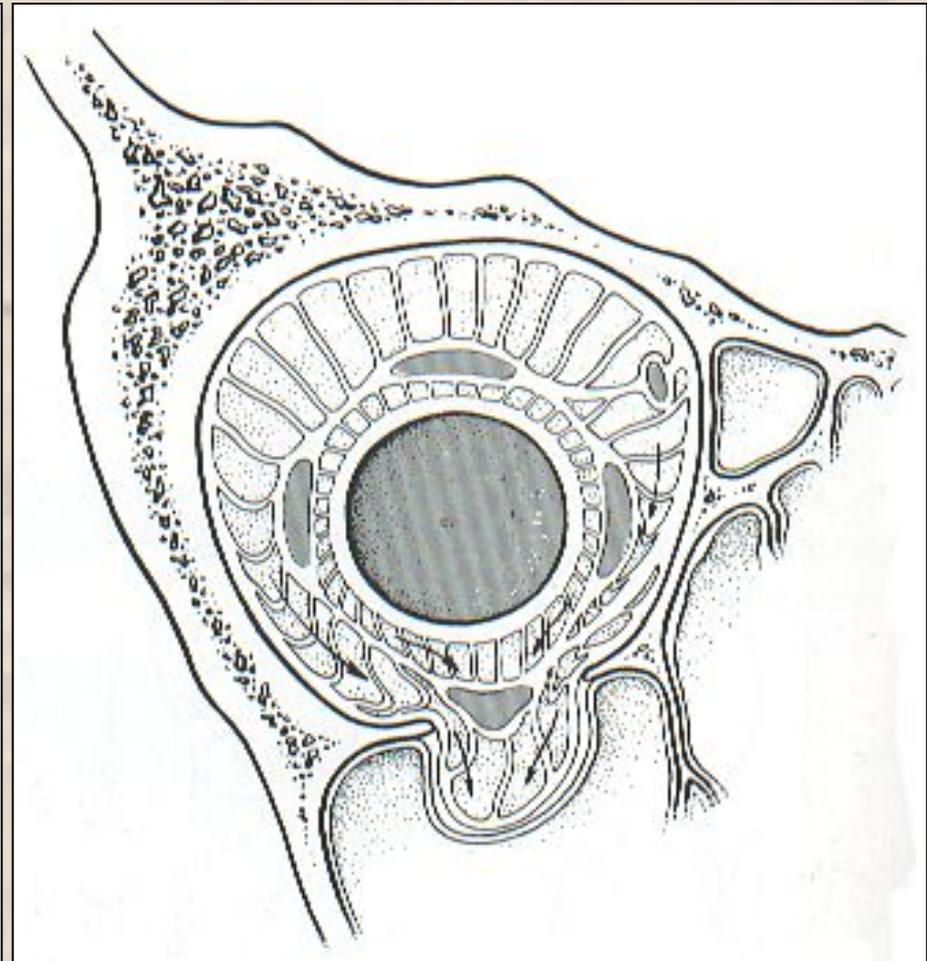
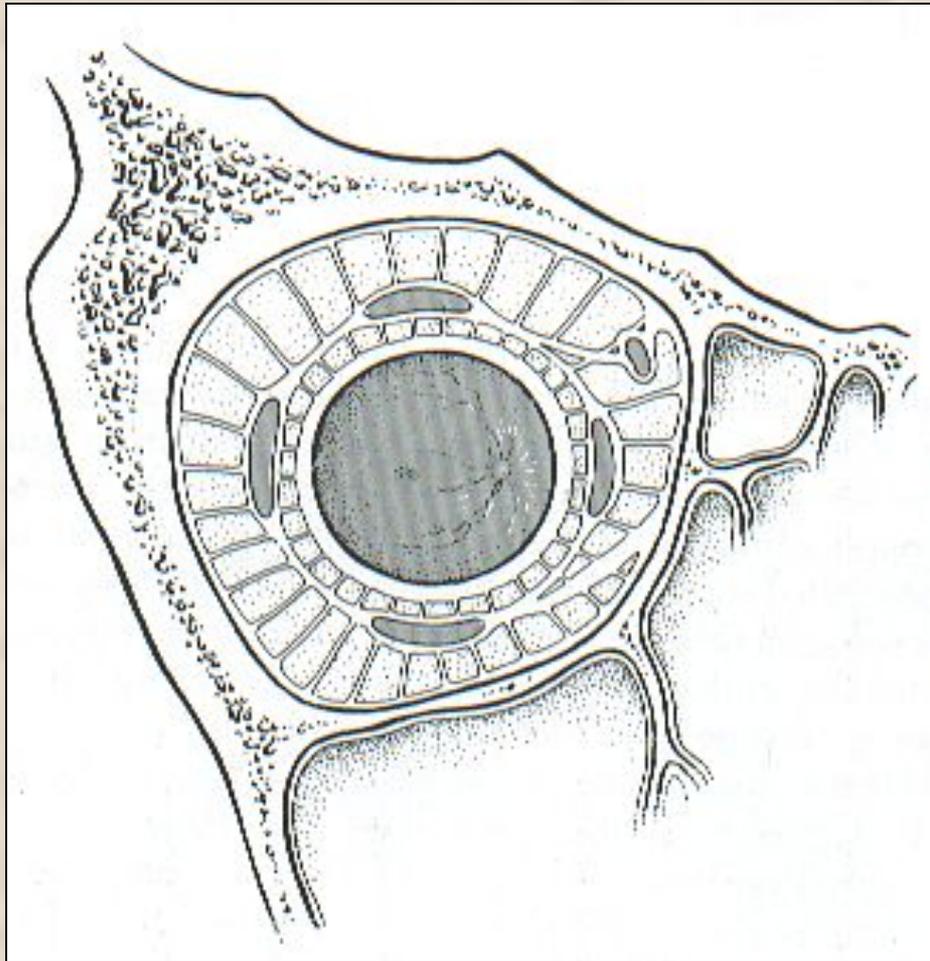
Особенности анатомии глазницы

- **Соседство с передней и средней черепными ямками, параназальными синусами;**
- **практически замкнутая полость, способствующая развитию компартментализационного синдрома (гематома, эмфизема, эндокринная офтальмопатия);**
- **многочисленные отверстия, каналы и щели.**

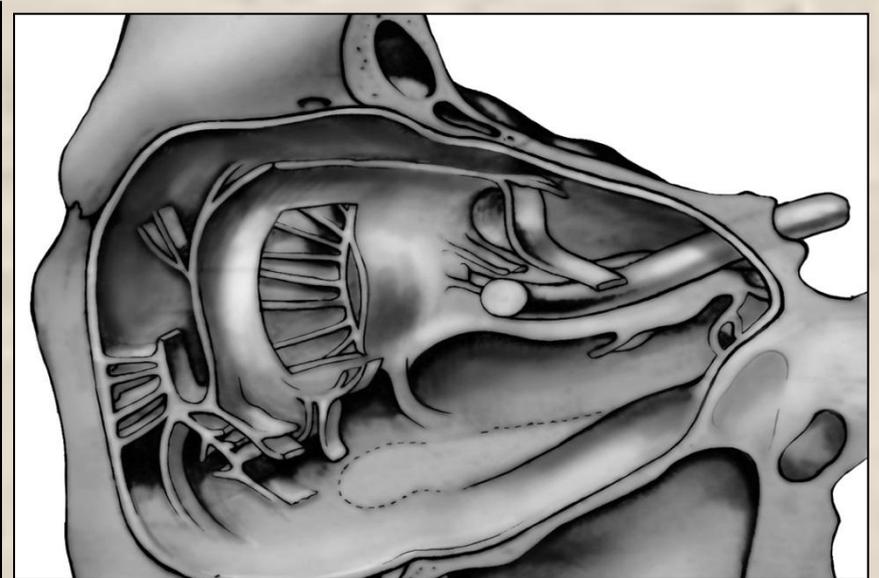
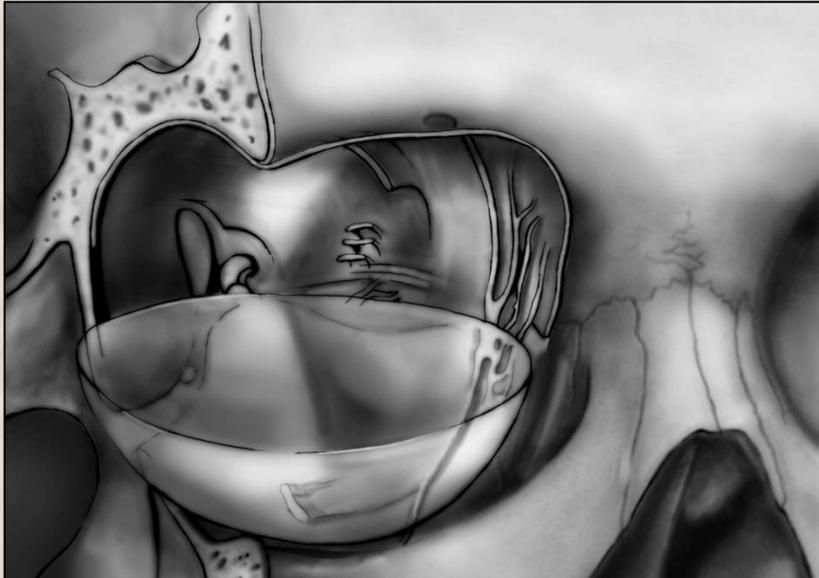
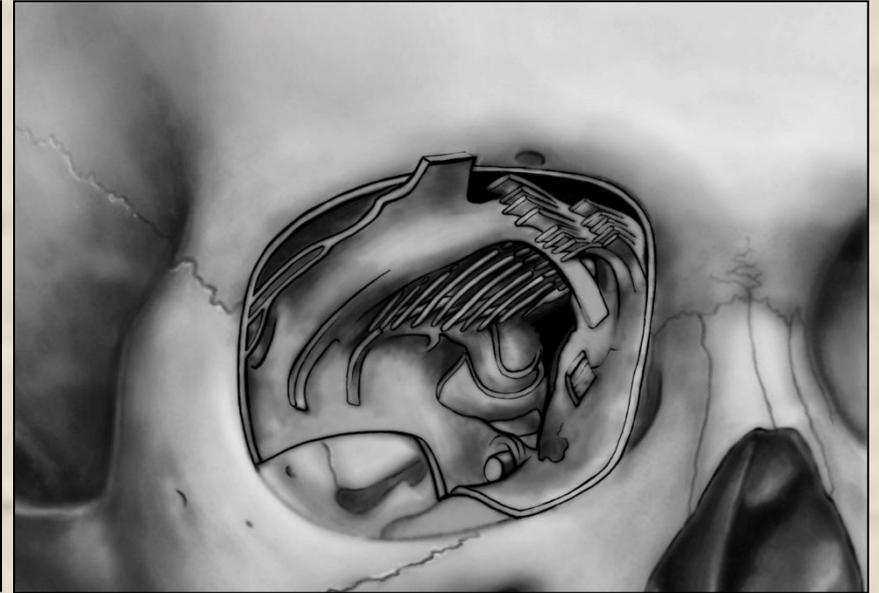
Хирургические пространства орбиты

- **субпериостальное** - виртуальное пространство между костью и надкостницей;
- **экстракональное** (периферическое хирургическое) – между надкостницей и мышечной воронкой;
- **интракональное** (центральное хирургическое) – в пределах мышечной воронки;
- **эписклеральное** – между теноновой капсулой и глазным яблоком.

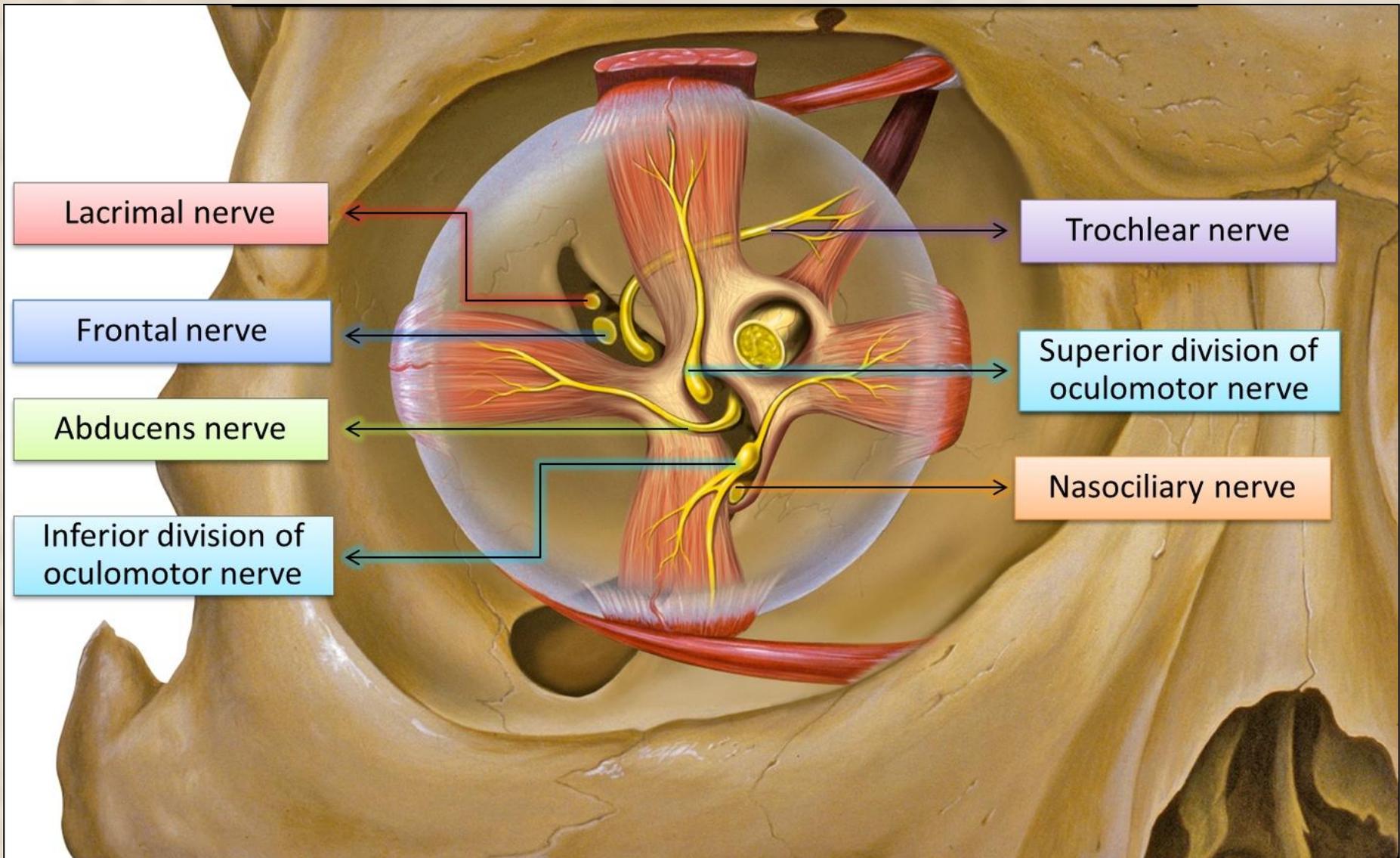
Связочный аппарат глазницы



Фасции орбиты



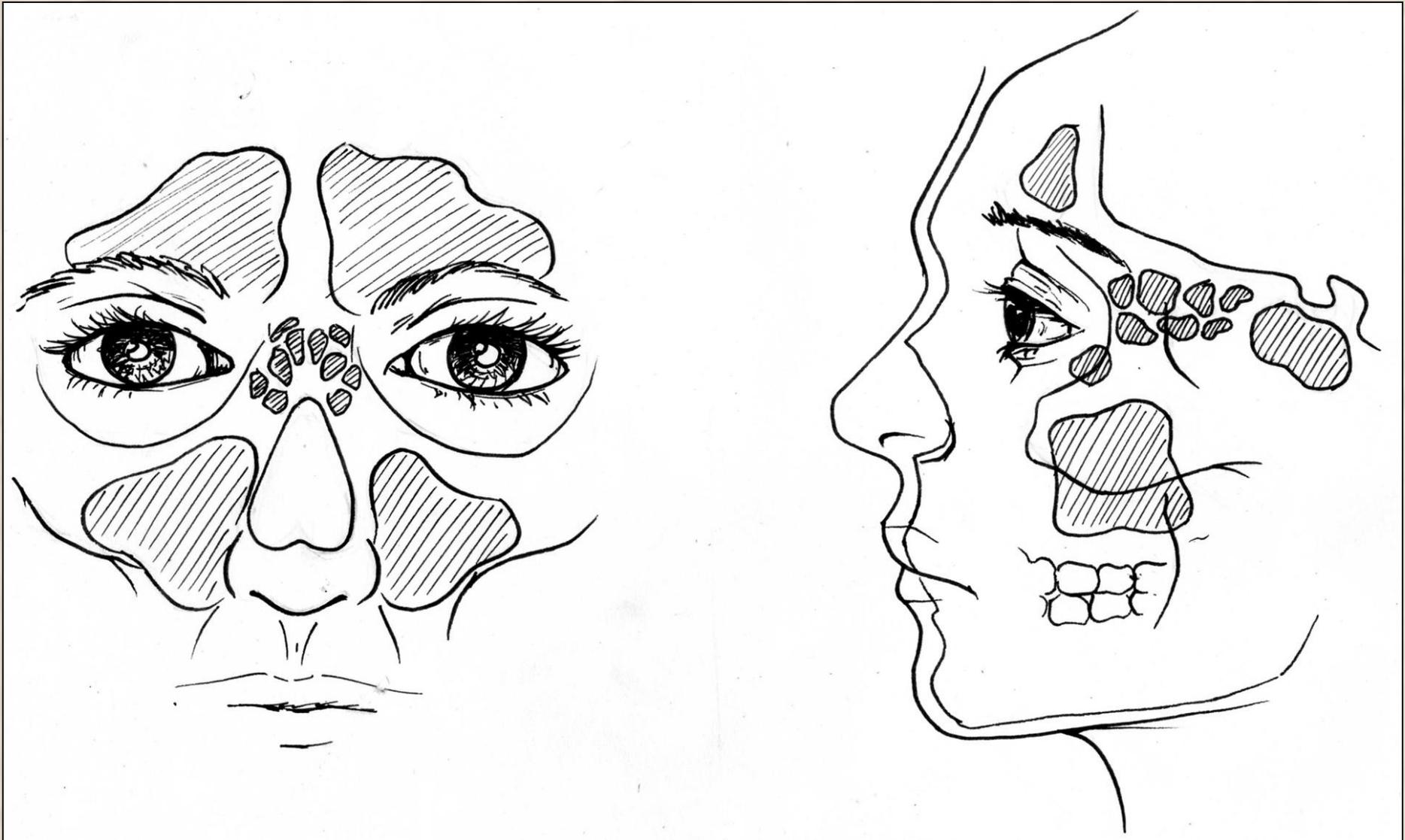
Система глазничных щелей



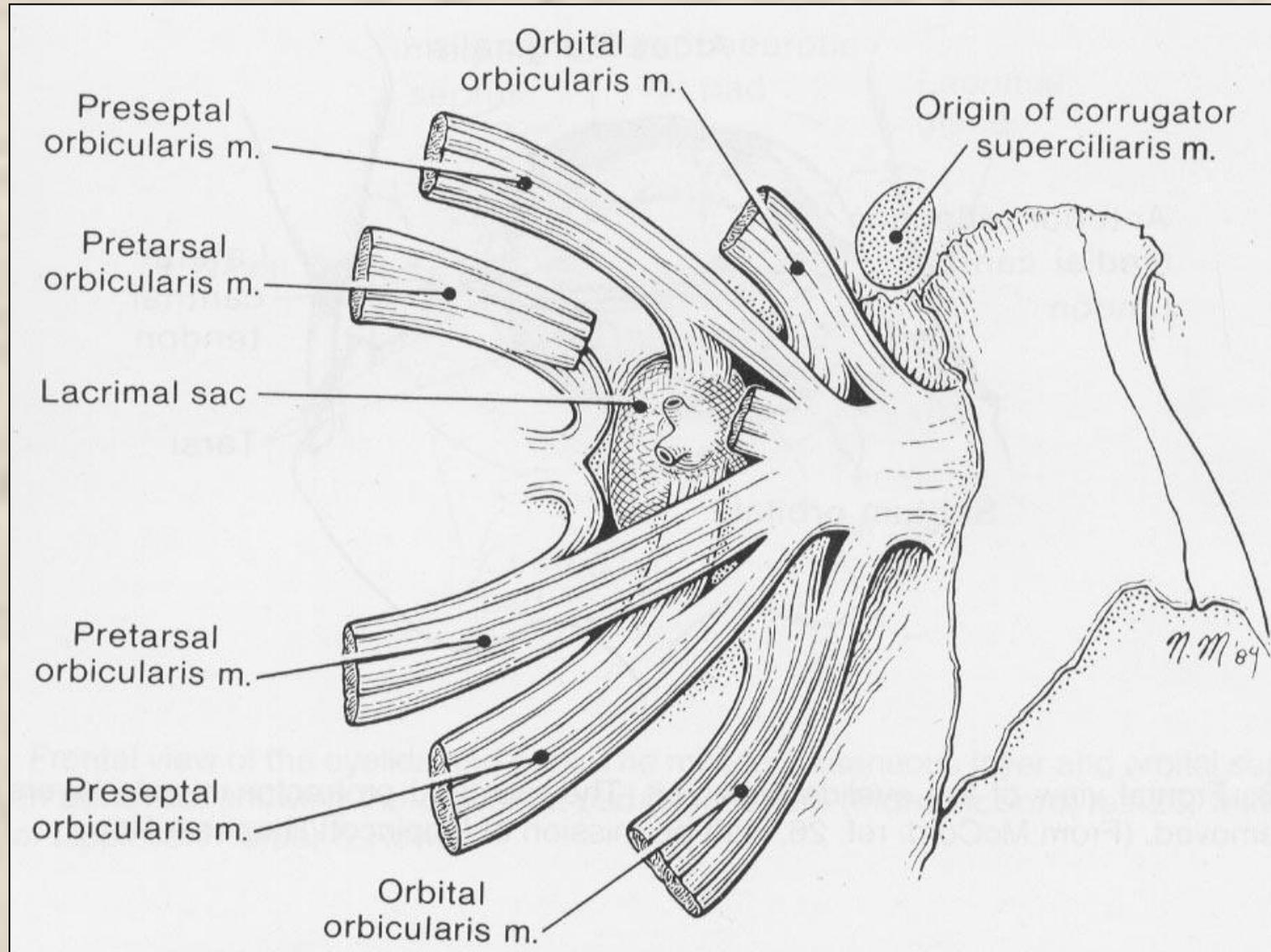
Тарзоорбитальная фасция

- **Является серьезным препятствием для распространения инфекции вглубь орбиты;**
- **Heerfordt (1904) - у молодых пациентов тарзоорбитальная фасция выдерживает подъем внутриорбитального давления до 100 мм рт. ст.**

ШН и орбита



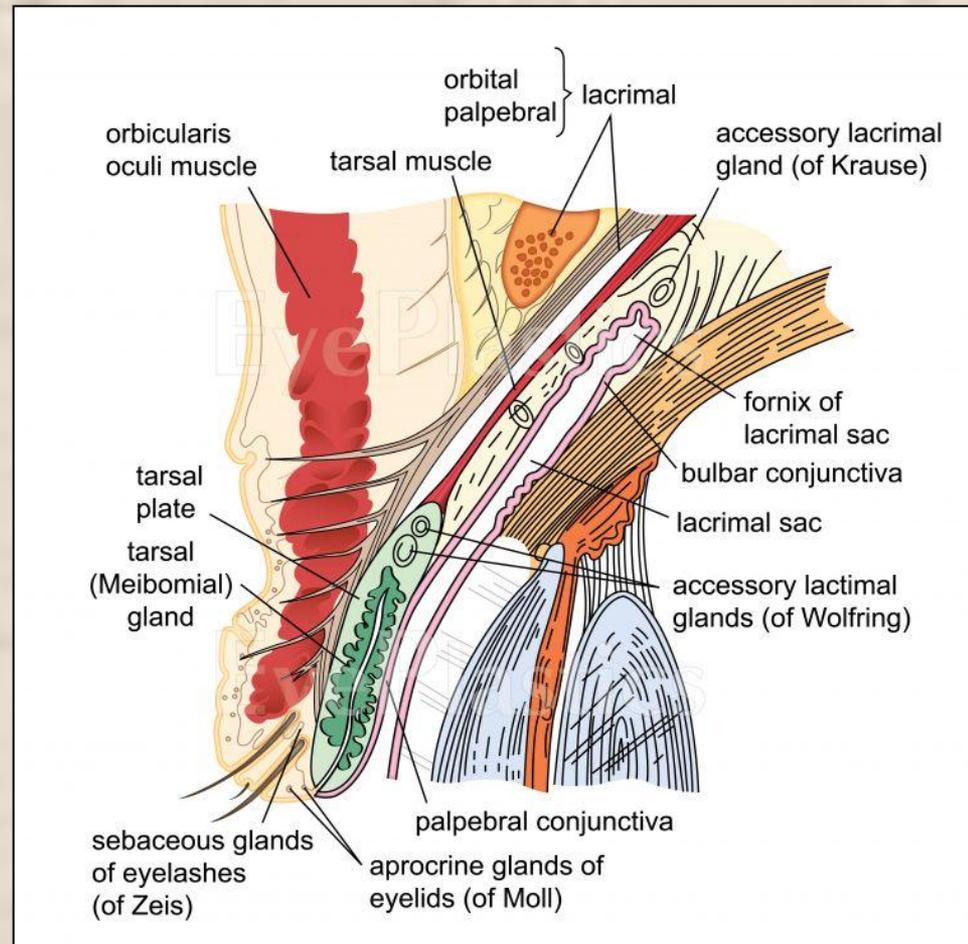
Топографическая анатомия слезного мешка



Клиническая анатомия верхнего века

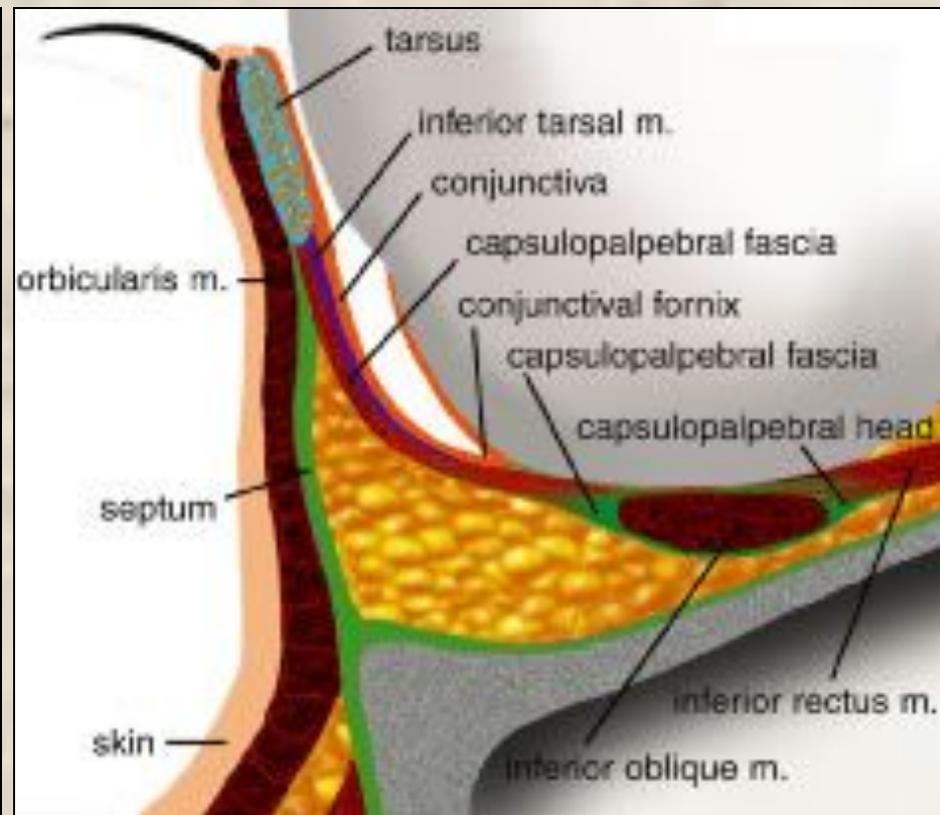
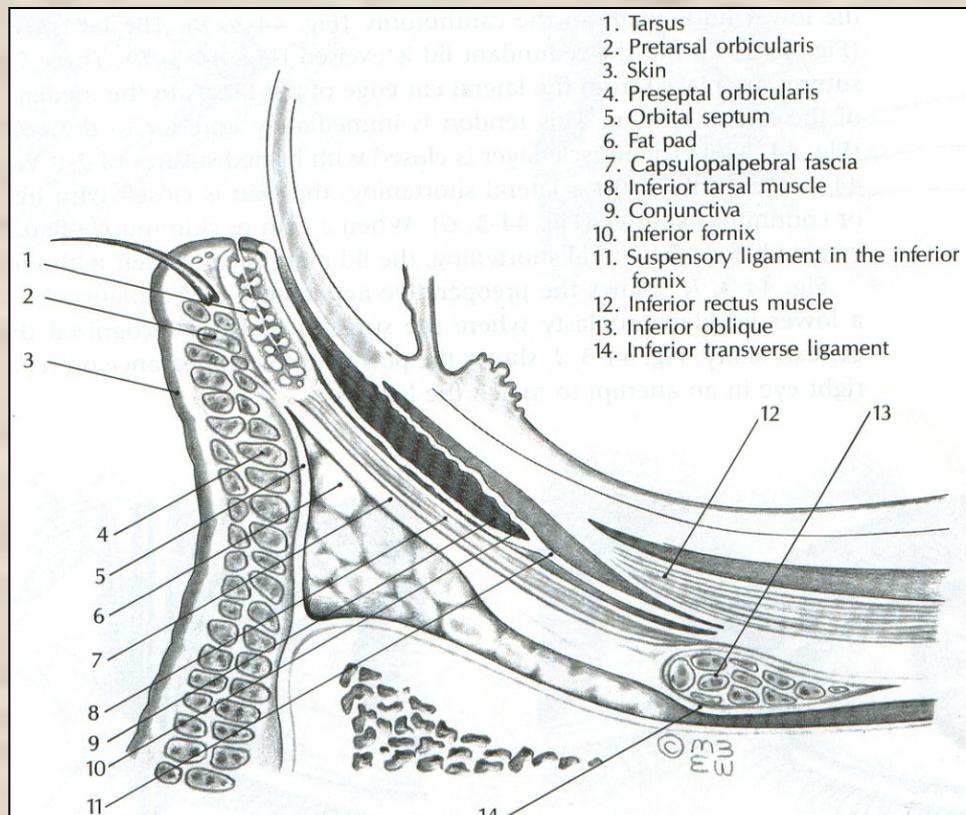
В структуре века выделяют восемь анатомических образований

- кожа с краем века (слезные точки, ресницы, мейбомиевы железы);
- подкожная соединительная ткань;
- круговая мышца глаза;
- тарзоорбитальная фасция;
- леватор;
- тарзус;
- тарзальная мышца Мюллера;
- **КОНЪЮНКТИВА.**



Клиническая анатомия нижнего века

- ретракторы нижнего века - *m. tarsalis inferior* (аналог мышцы Мюллера) и капсулопальпебральная связка (аналог сухожилия леватора верхнего века).



Конъюнктива

- площадь конъюнктивы равна 25 см^2 ;
- неплотное соединение с подлежащими тканями обеспечивает виртуальное пространство для скопления жидкости;
- богата лимфоидной тканью, отсюда выраженность аллергических реакций;
- бокаловидные клетки составляют 10% от числа базальных клеток конъюнктивы;
- кровоснабжение и иннервация – см. анатомию век.

Способы увлажнения глаза



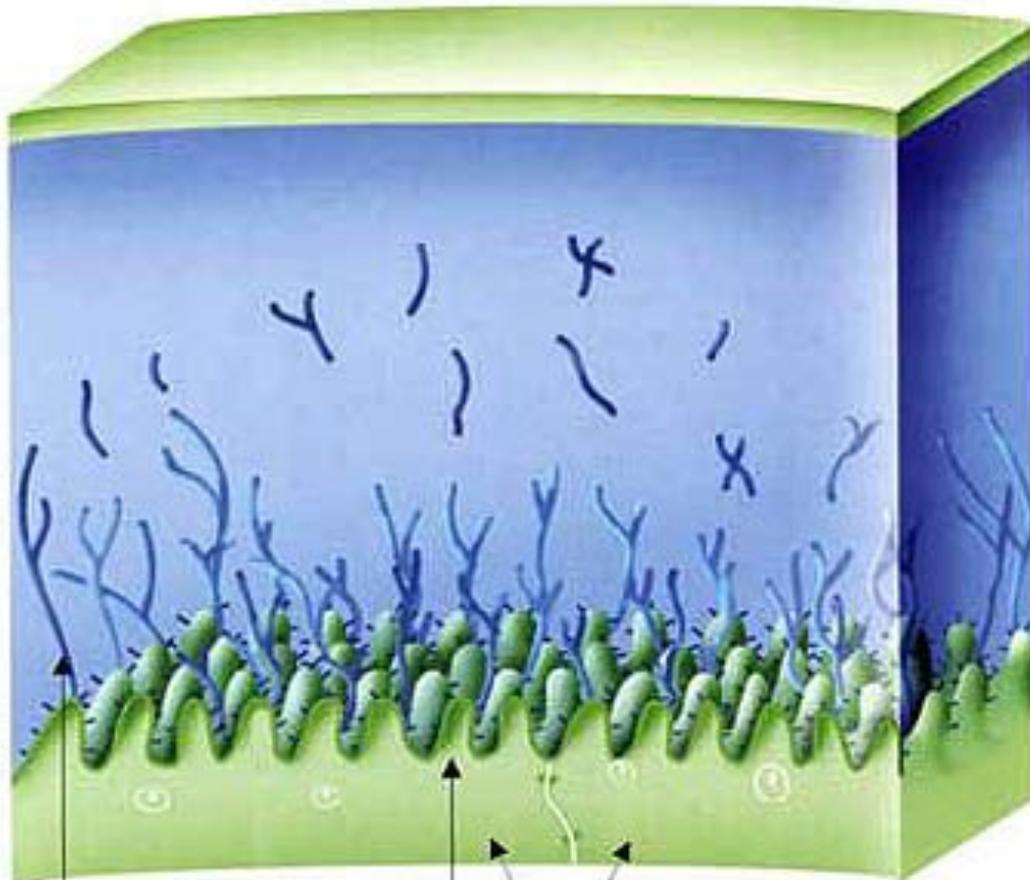
Слезопродуцирующий аппарат

- основная слезная железа (глазничная и вековая части);
- железы Krause – 50;
- железы Wolfring – 5;
- слезное мяско – 1 железа, аналогичная железе Krause;
- Итого: 57 слезопродуцирующих желез!
- мейбомиевы железы (липиды);
- железы Цейса и Молля (липиды);
- крипты Генле (муцин);
- железы Манца (муцин) (у человека их наличие оспаривается) ;
- бокаловидные клетки Бехера (муцин);
- слезные железы имеются лишь у тех животных, которые живут в воздухе (и отсутствуют у рыб).

Прекоorneальная слезная пленка

- краевая полоска (слезный мениск);
- преокулярная слезная пленка (покрывает конъюнктиву);
- прероговичная слезная пленка (покрывает роговицу);
- толщина 7 – 9 мкм;
- объем слезной пленки равен 7.4 мкл;
- Прекоorneальная слезная пленка играет важнейшую роль в функционировании роговицы.

Прекоorneальная слезная пленка



Mucin

Microvillus

Epithelial cell

LIPID LAYER

0,1 μm

**мейбомиевы железы,
железы Цейсса и Молля**

WATER LAYER

8 μm

**добавочные слезные
железы Krause и Wolfring**

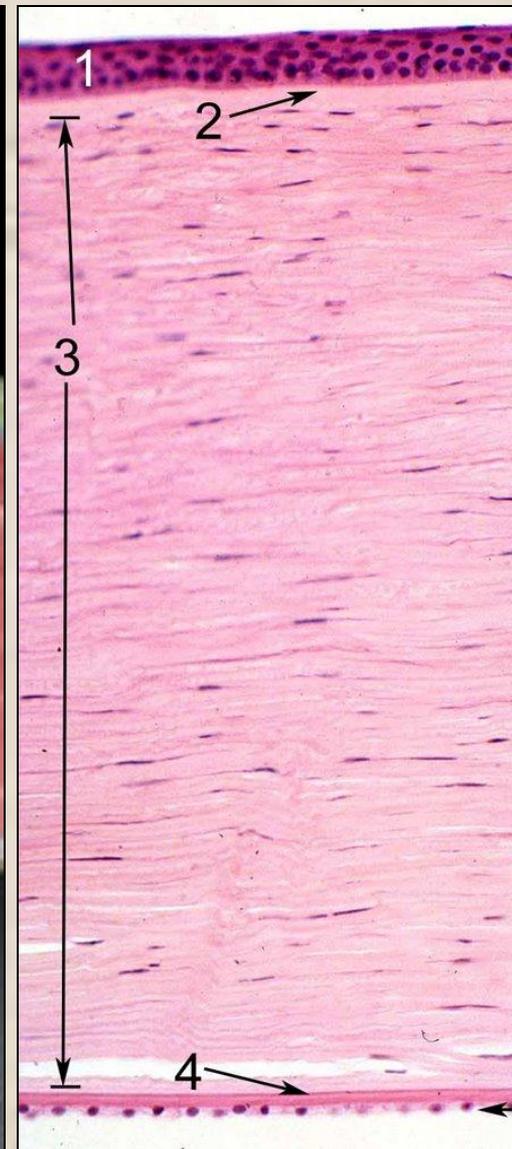
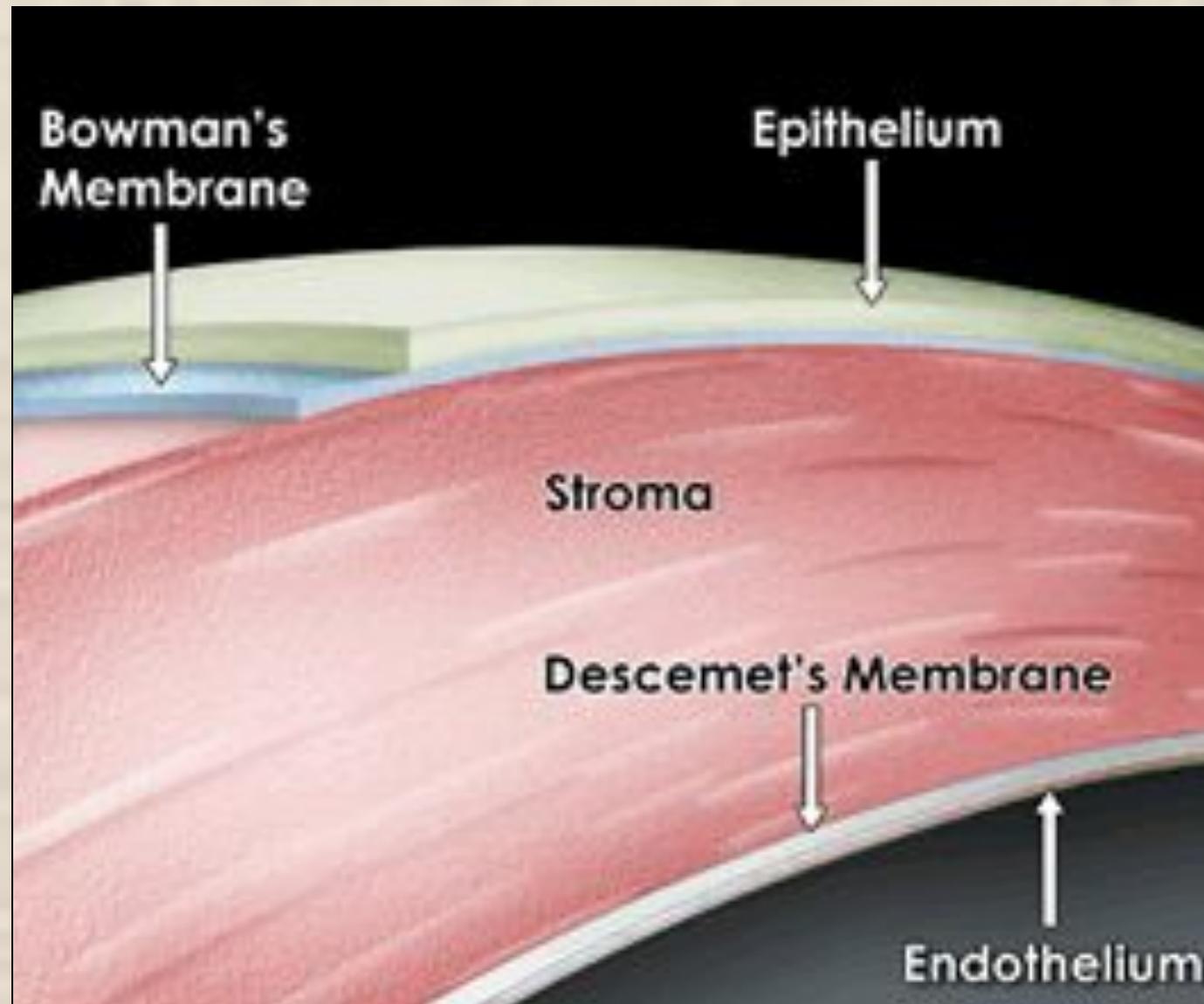
MUCIN LAYER

0,8 μm

**бокаловидные клетки
железы Henle и Manz**

With kind permission from Allergan

Роговица



Клиническая анатомия роговицы

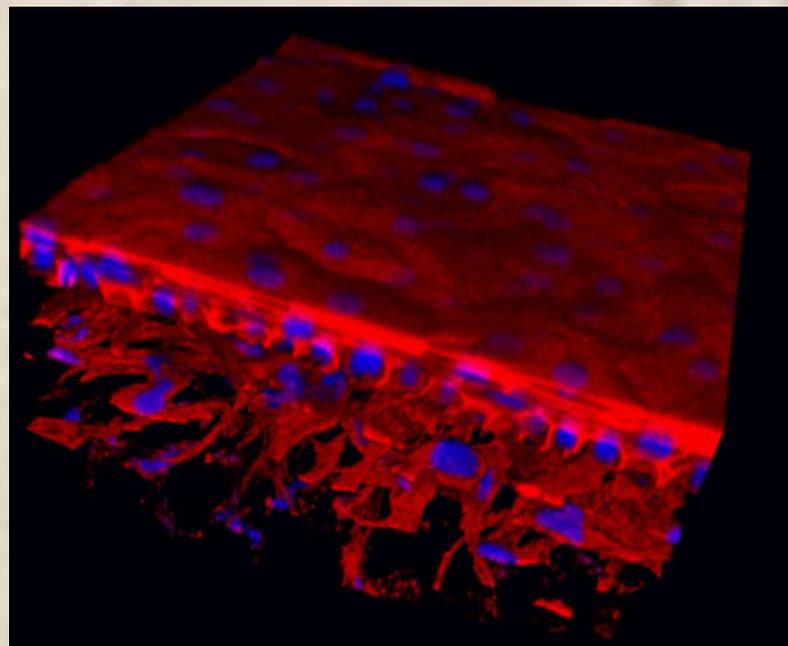
- основная причина астигматизма;
- на ее долю приходится 74% оптической силы преломляющей системы глаза;
- основное преломление - на границе «воздух-слезная пленка»; в гораздо меньшей степени - на границе «слезная пленка-роговица» и «роговица-камерная влага»;
- источники питания – камерная влага (глюкоза), слезная пленка и перилимбальная сеть (кислород).

Толщина центра роговицы

- из-за разницы кривизны передней и задней кривизны роговицы ее центр тоньше периферии;

**градация толщины оптического центра роговицы
(Балашевич Л.И. с соавт., 2004):**

- «ультратонкая» - менее 480 мкм;
- «тонкая» - 481-520 мкм;
- «нормальная» - 521-560 мкм;
- «толстая» - 561-600 мкм;
- «ультратолстая» - более 600 мкм.



Факторы, обеспечивающие прозрачность роговицы

- полноценная слезная пленка, сглаживающая неровности эпителия;
- полноценный эпителий;
- упорядоченная трехмерная структура клеточных и фибриллярных элементов стромы, играющая роль дифракционной решетки;
- постоянство содержания воды (78%), обусловленное водонепроницаемостью эпителиального и эндотелиального слоев, а также Na-K-АТФ-азой;
- отсутствие сосудов;
- отсутствие миелиновой оболочки у многих

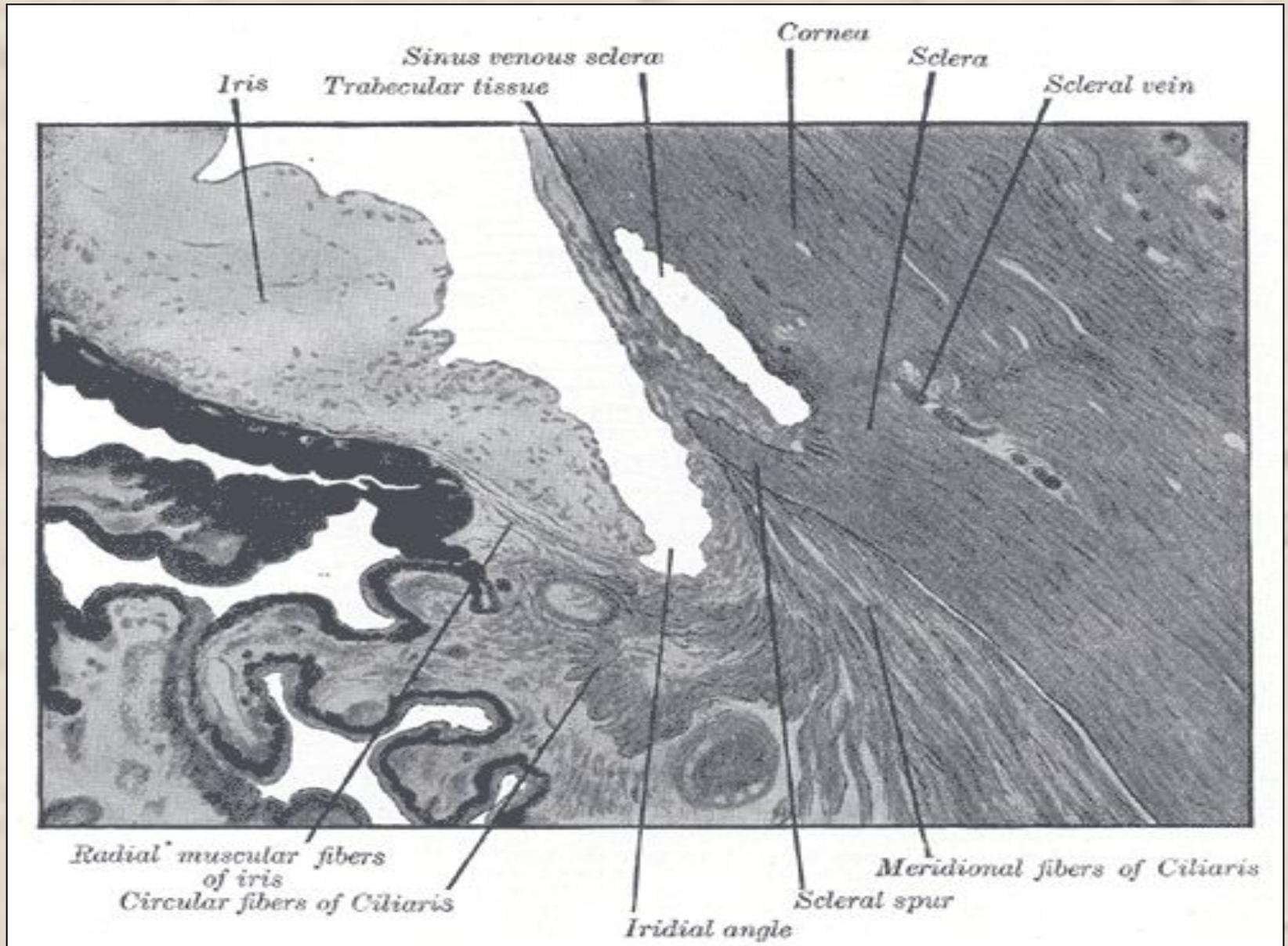
Склера

- неупорядоченный ход коллагеновых волокон различной длины определяет непрозрачность склеры;
- **становится полупрозрачной при:**
 - истончении (перфорирующая склеромаляция при ревматоидном артрите; синдром голубых склер);
 - Дегидратации ($\leq 40\%$) или избыточной ($\geq 80\%$) гидратации;
- **наиболее уязвимые участки склеры:**
 - лимб;
 - линии прикрепления мышц;

Склера

- крайне бедна сосудами (эписклера и паралимбальное интрасклеральное сосудистое сплетение);
- большое количество каналов (эмиссариев) для прохождения сосудов и нервов (распространение меланомы за пределы глаза);

Угол передней камеры



Трабекула

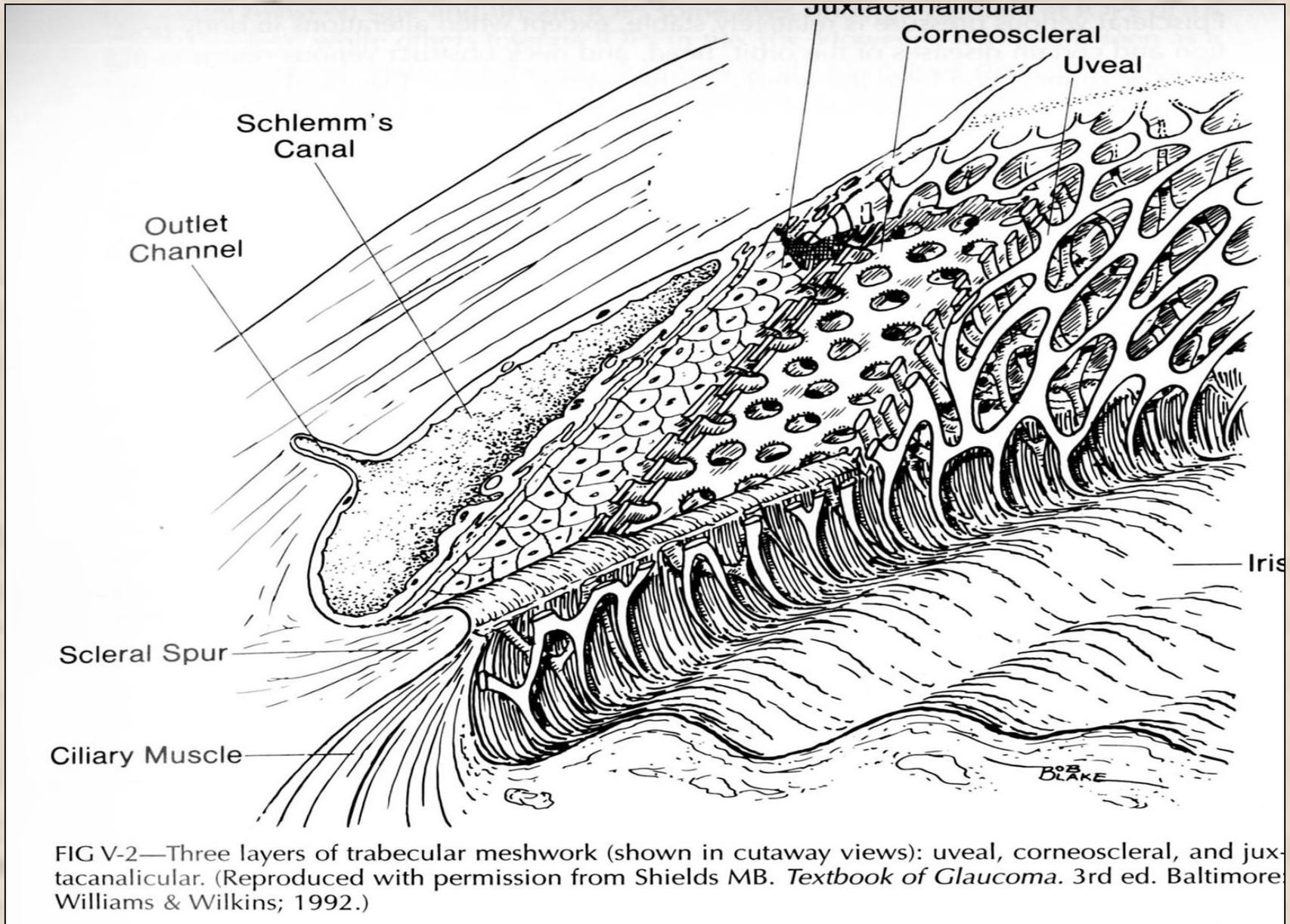
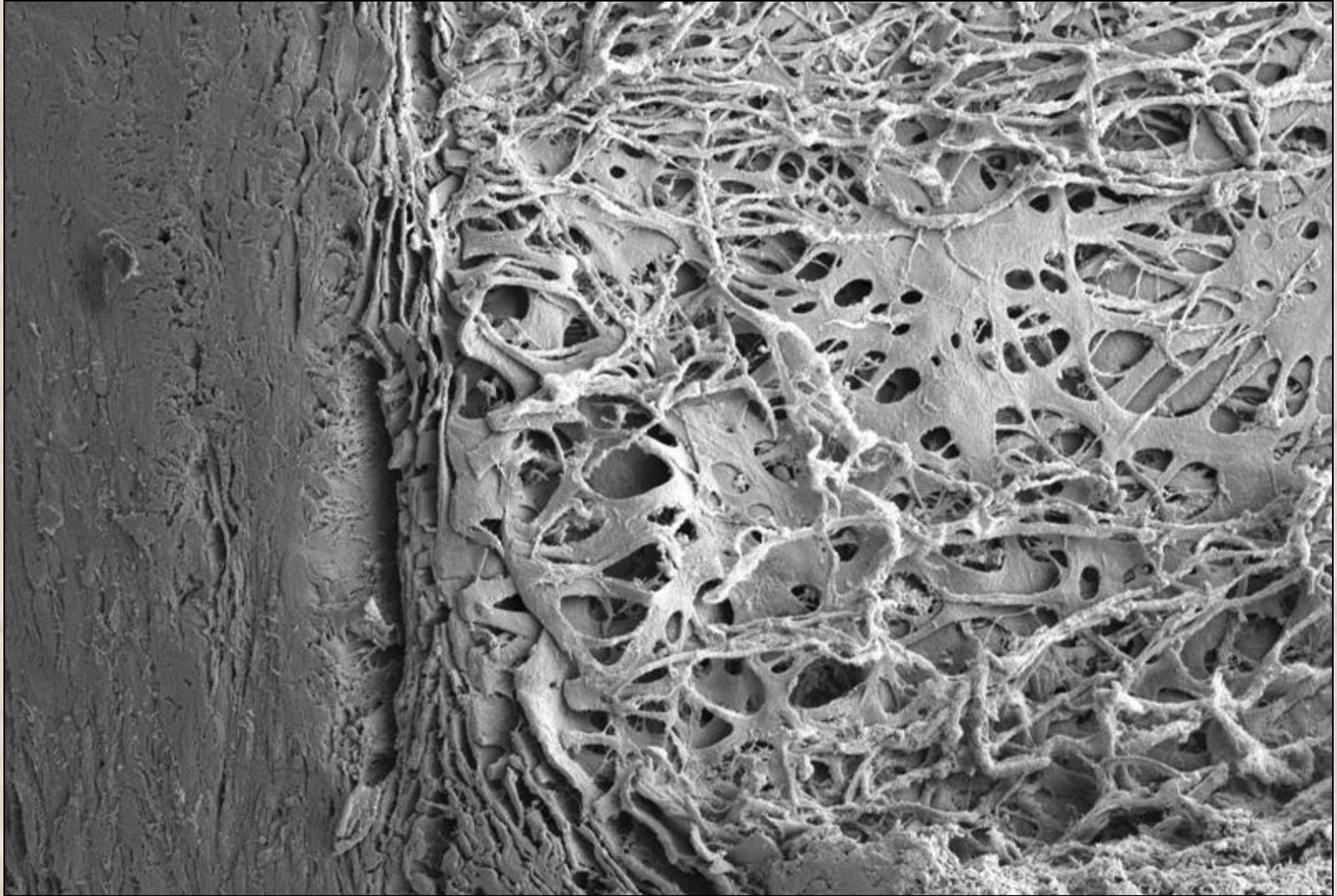


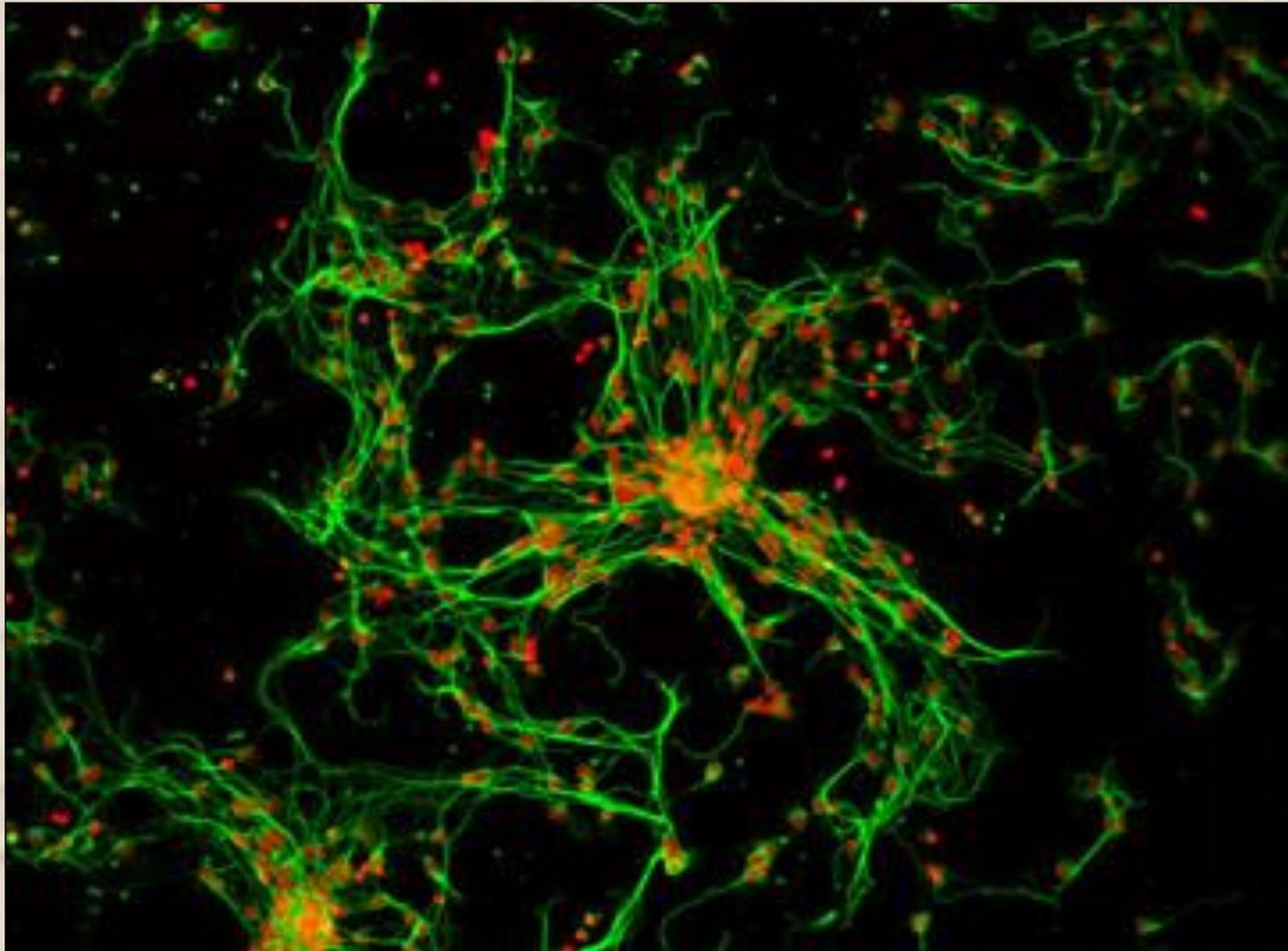
FIG V-2—Three layers of trabecular meshwork (shown in cutaway views): uveal, corneoscleral, and juxtacanalicular. (Reproduced with permission from Shields MB. *Textbook of Glaucoma*. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1992.)

СЭМ трабекулы

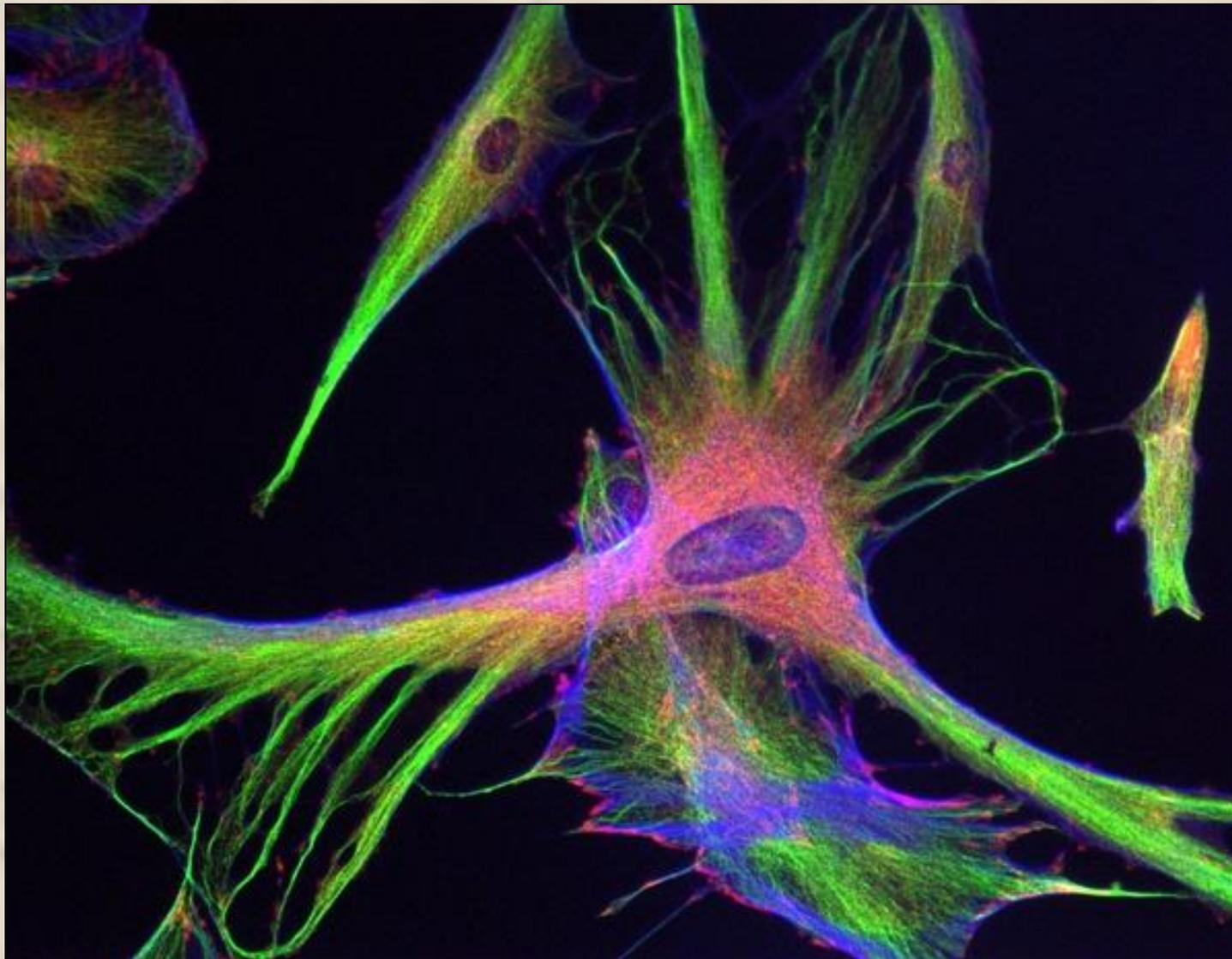


Увеальная и корнеосклеральная трабекулы разделяются воображаемой линией, проведенной от кольца Швальбе до склеральной борозды.

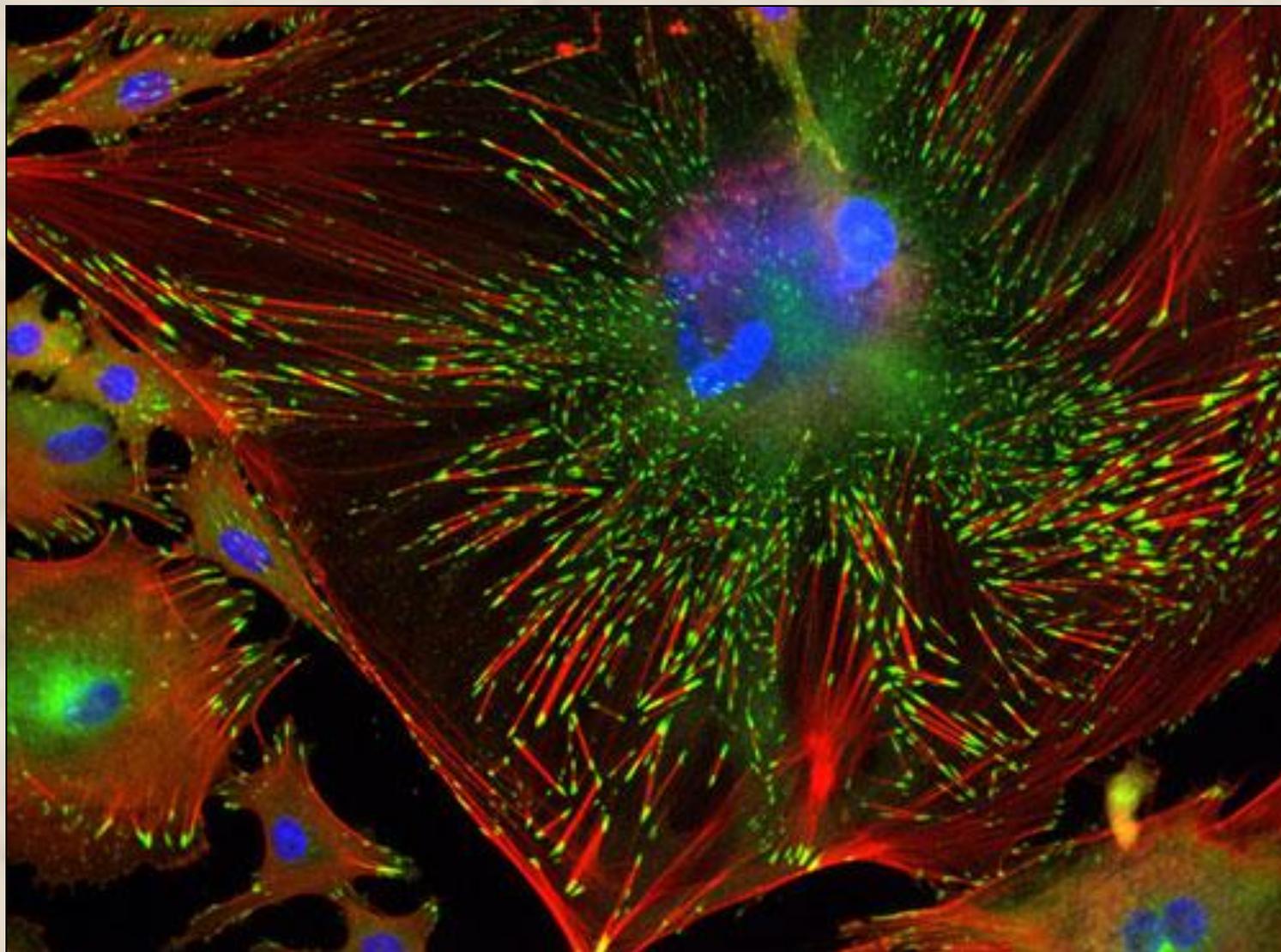
Клетки трабекулярной сети



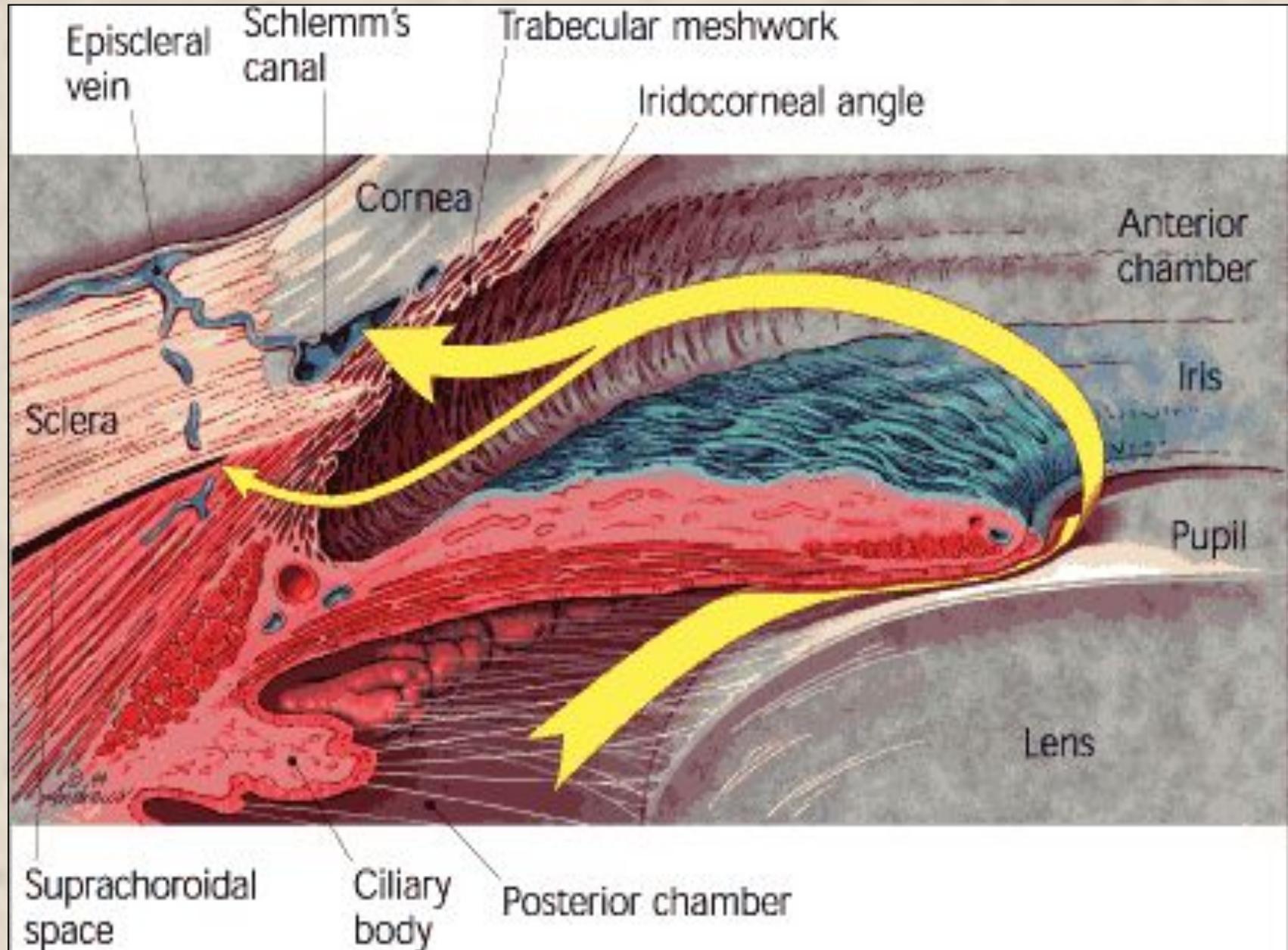
Клетки трабекулярной сети



Клетки трабекулярной сети



Дренажная система глаза



Основные механизмы повышения ВГД

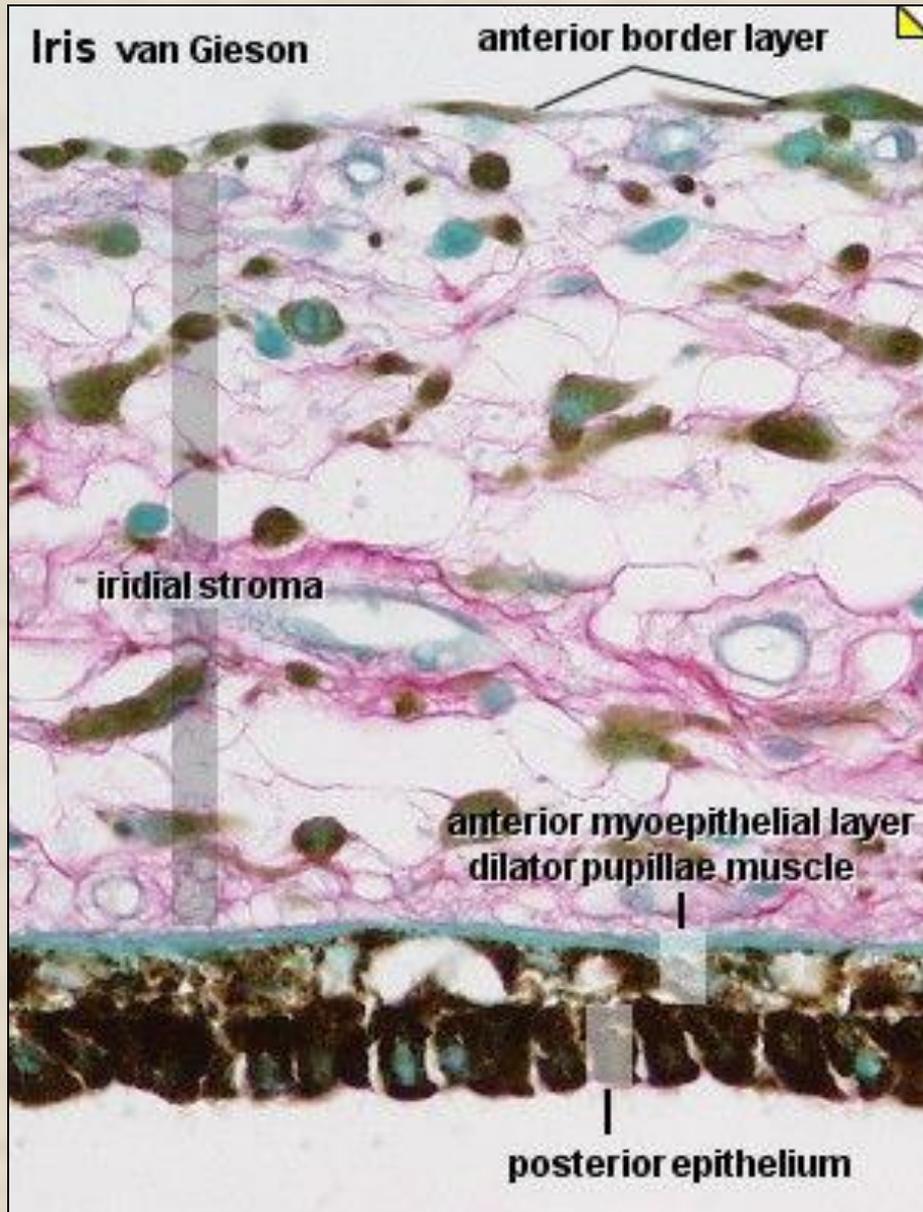
Закрытие угла передней камеры



Сосудистая оболочка

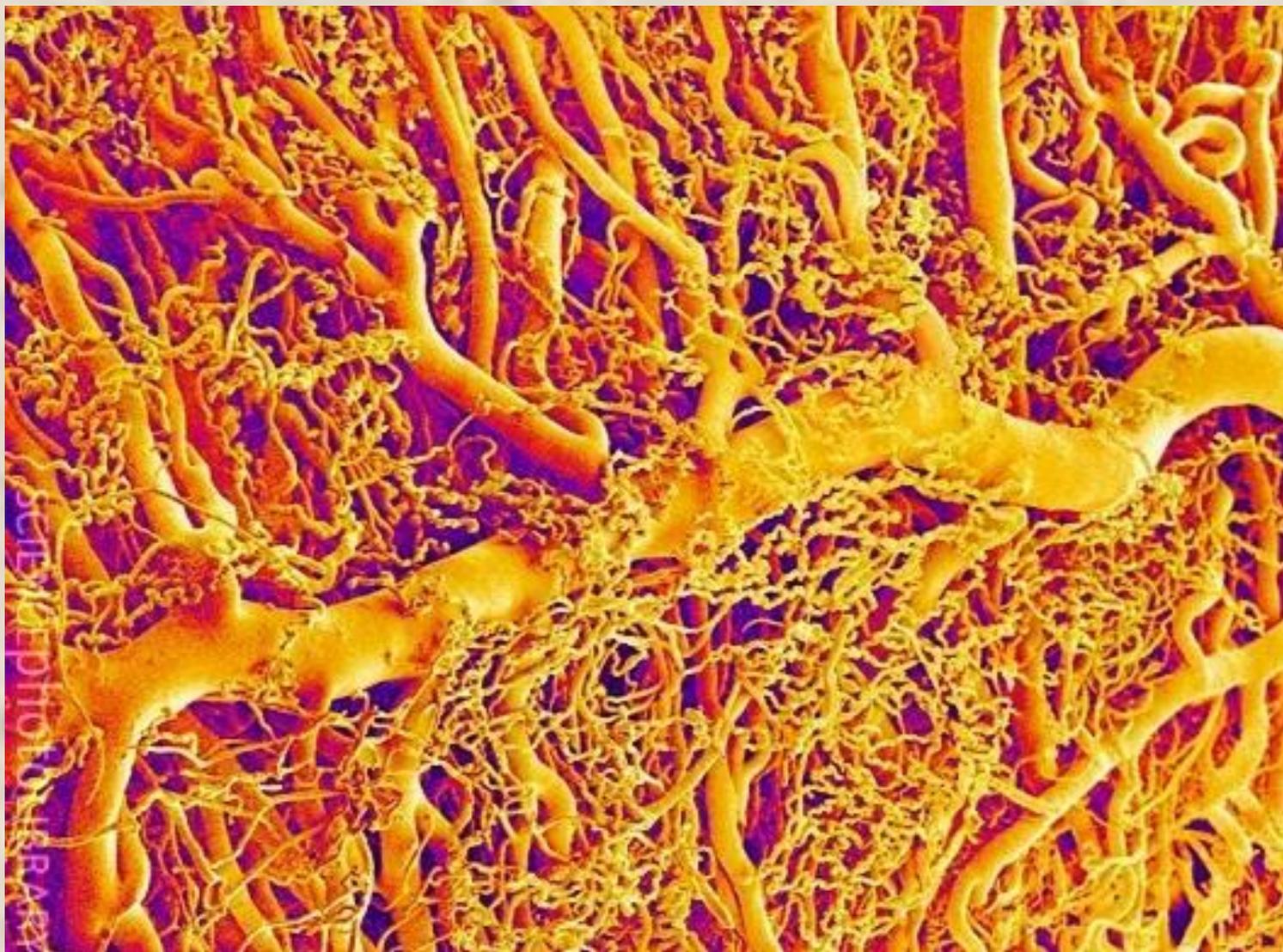
- **точки плотной фиксации к склере:**
 - склеральная шпора;
 - зоны выхода вортикозных вен;
 - зрительный нерв (**предпосылки к ОСО**);
- корень радужки – наиболее тонкая ее часть (**зрачковый блок, иридодиализ**);
- структура радужки не зависит от ее цвета;
- радужка не способна к регенерации, возможно, из-за цитостатического воздействия камерной влаги.

Ультраструктура радужки

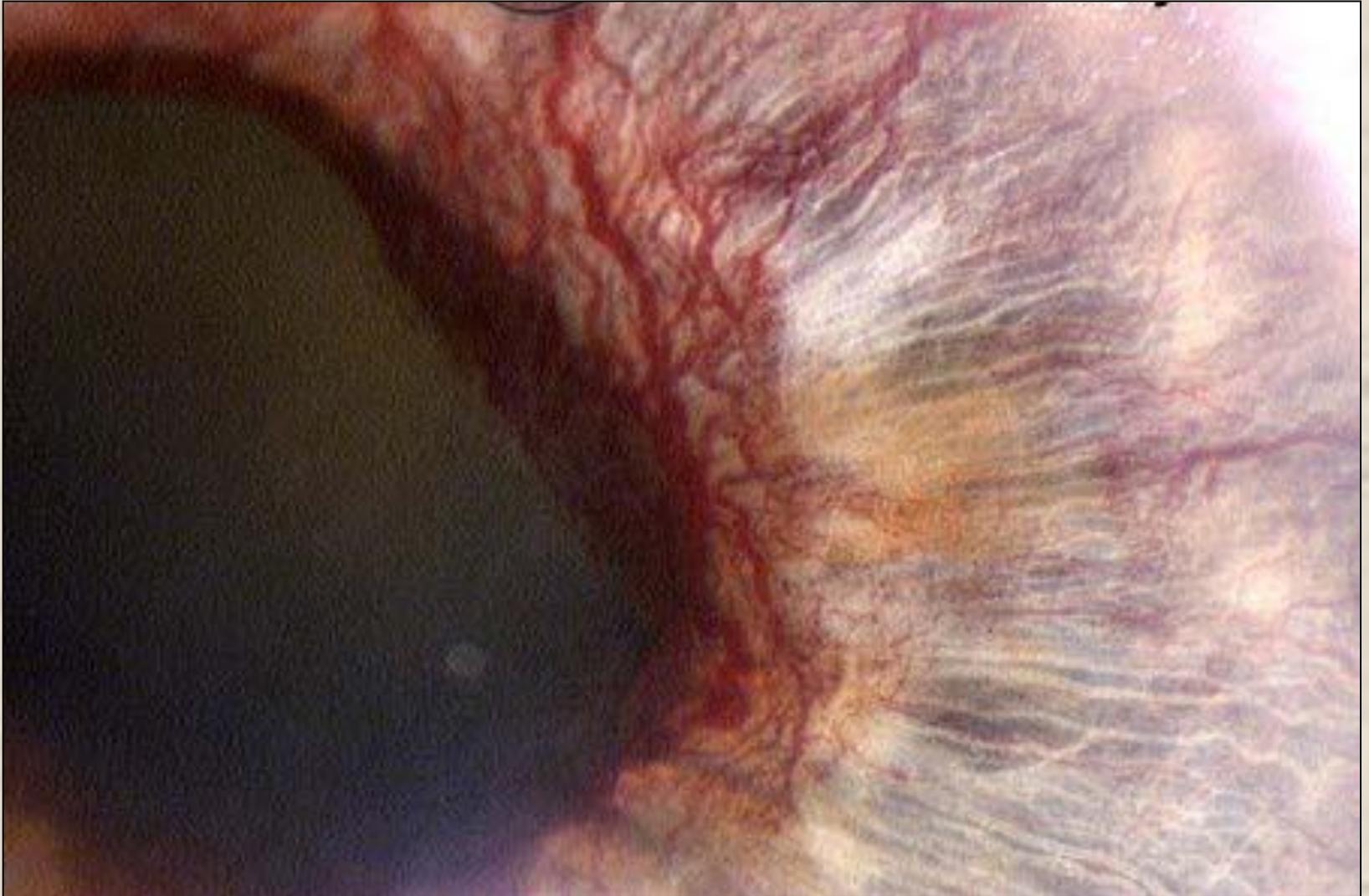


- жидкость циркулирует сквозь рыхлую строму передней части;
- отсутствие непрерывной эпителиальной выстилки;
- большой артериальный круг локализуется в цилиарном теле;
- передняя поверхность радужки в норме аваскулярна;
- физиологический эктропион;
- патологический эктропион при рубцове:

СЭМ сосудов радужки

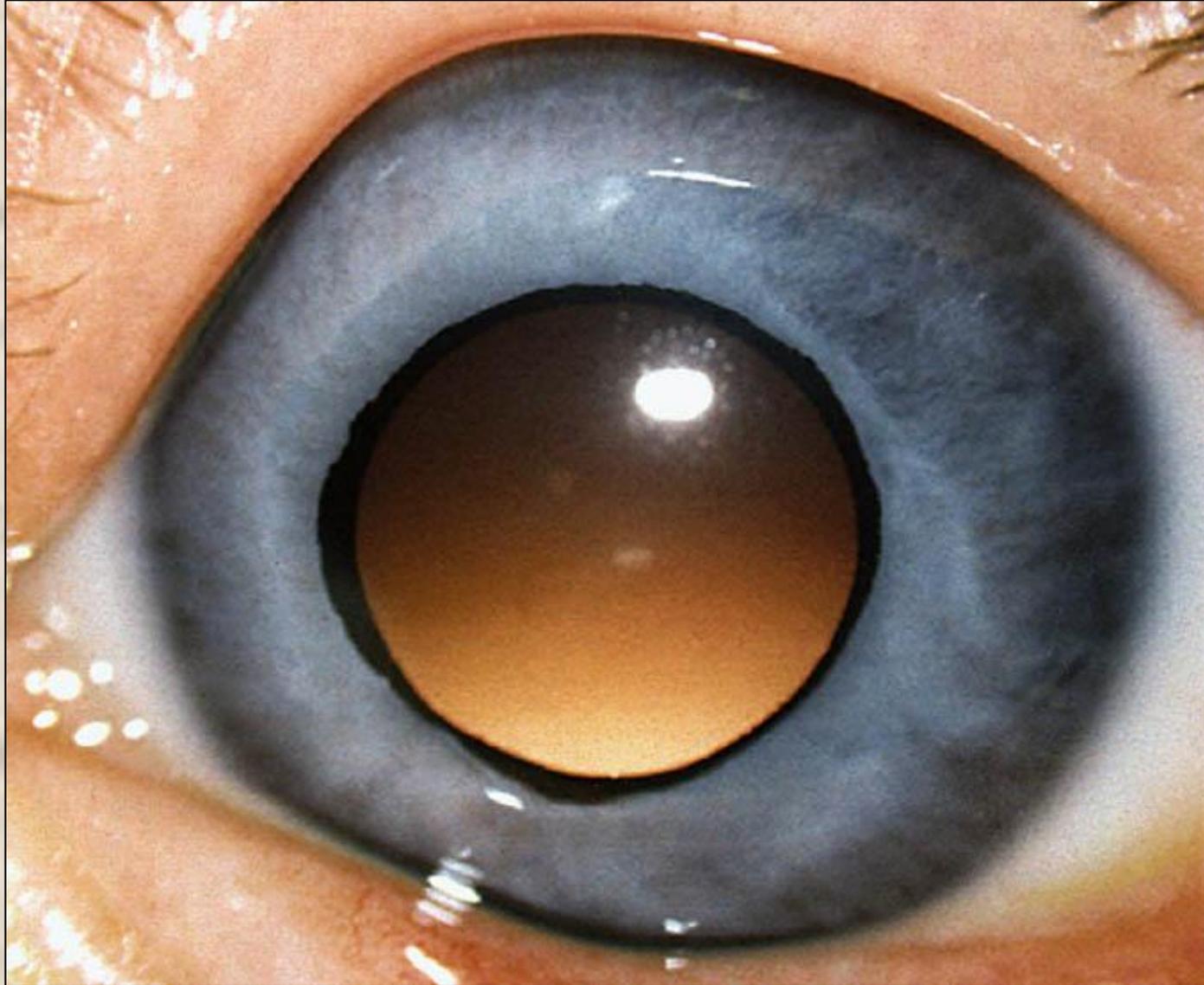


Рубеоз радужки



Патологический эктропион

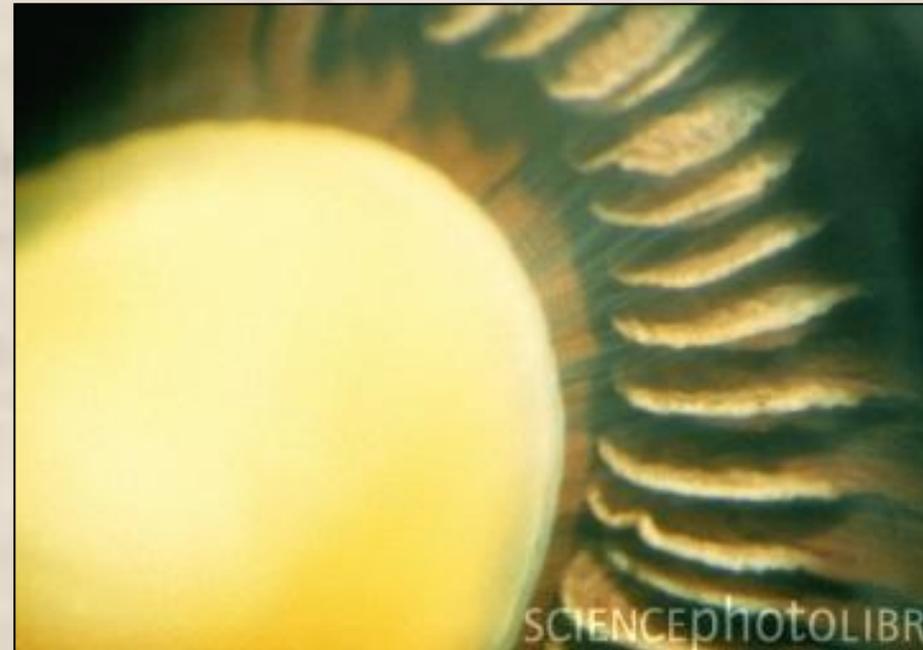
Еctropion uveae



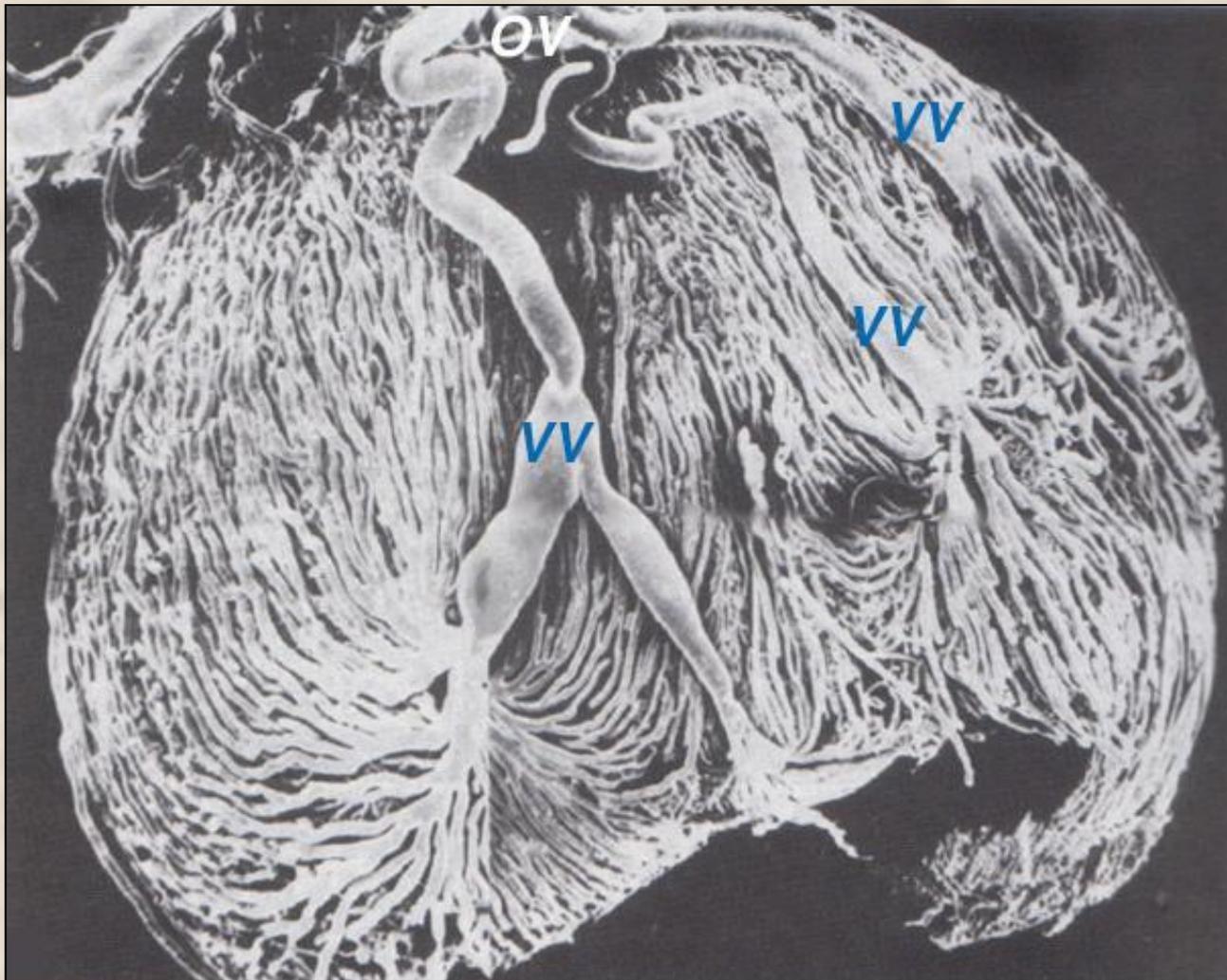
Функции цилиарного тела

бахрома отростков, формирующих передний край цилиарного тела напомнила древним анатомам ресницы, отсюда название органа;

- 1. секреция водянистой влаги;
- 2. аккомодационная функция;
- 3. регуляция оттока ВГЖ;
- 4. формирование базиса СТ;
- 5. место прикрепления, возможно, и место синтеза зонулярных волокон;
- 6. источник гиалуроновой кислоты для стекловидного тела.



Сосудистая оболочка глаза



Хориоидальный кровоток

- на него приходится 85% всей находящейся в глазу крови;
- хориоидальный кровоток превышает таковой в сетчатке и головном мозге и составляет 800 - 2000 мл/мин/100 г ткани;
- причина – низкое сопротивление току крови в широких хориоидальных капиллярах;
- предназначение столь высокого кровотока в сосудистой неизвестно;
- кровь, находящаяся в сосудистой, питает наружные слои сетчатки (в первую очередь, фоторецепторы и ПЭ), а в макуле – все ее слои;
- ускоренный ток крови создает высокий градиент кислорода, обеспечивающий его диффузию в слои сетчатки, и низкий градиент продуктов метаболизма, облегчающий их выведение из сетчатки;
- содержание кислорода в хориоидальной венозной крови составляет 95% от показателя артериальной крови, что свидетельствует о вспомогательной роли в питании сетчатки;
- участвует в регуляции ВГД;
- отвод тепла, выделяемого при зрительном акте и, напротив, обогрев внутриглазных структур;
- стимулирует обмен жидкости между сосудистой, сетчаткой, СТ.
- представляет собой резерв крови на случай обструкции сосудов глаза.

Особенности хрусталика

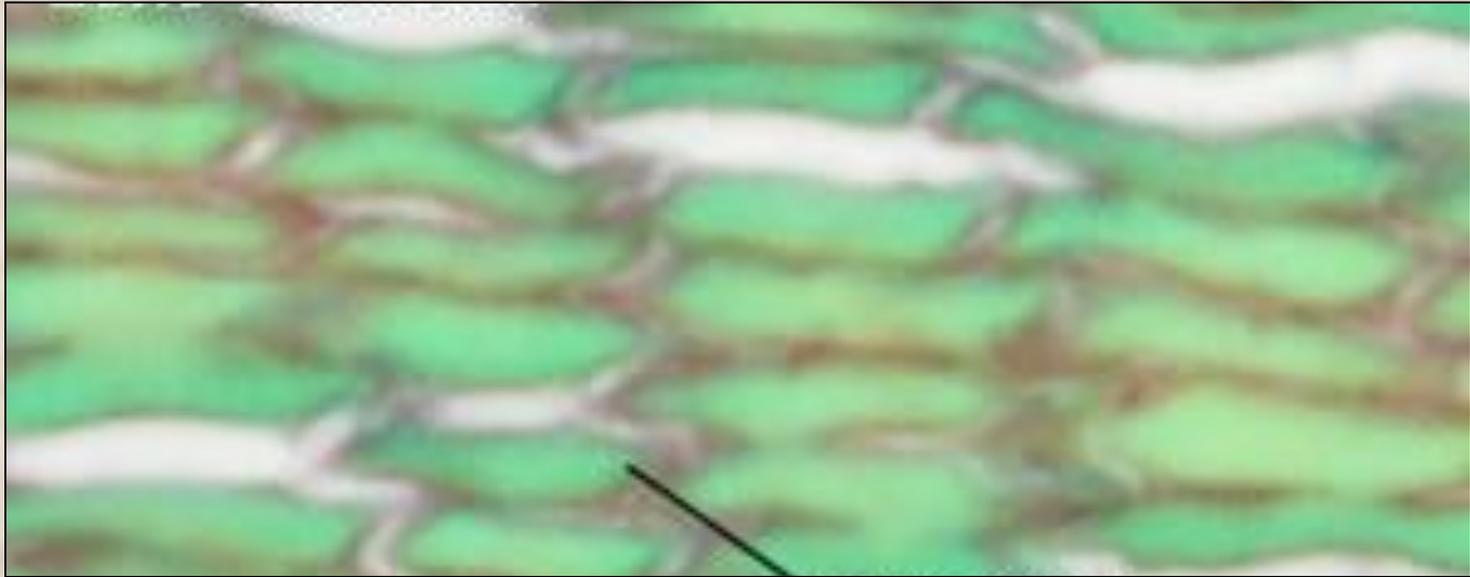
- **однотипный клеточный состав на всех стадиях – от эмбриона до смерти;**
- **преобладание анаэробного гликолиза;**
- **специфический белок кристаллин;**
- **отсутствие толерантности организма к его белкам;**
- **хрусталик столь велик, что одна диффузия не обеспечит транспорт нутриентов, выведение продуктов жизнедеятельности из его глубоких слоев, а также поддержание нормального объема волокон;**
- **более того, большинство волокон не содержат K^{+} - каналы и Na^{+} - K^{+} -АТФ-азу, требующиеся для поддержания отрицательного мембранного потенциала и постоянного клеточного объема**
- **Установлено, что существует альтернативная транспорт-**

Факторы прозрачности хрусталика

- отсутствие сосудов и нервов;
- удаленное расположение (в подвешенном состоянии, в жидкой среде);
- плотное упорядоченное расположение 1000 слоев хрусталиковых клеток;
- утрата большинством хрусталиковых клеток внутриклеточных органелл (апоптоз и аутофагия);
- экспрессия цитоплазматических белков – кристаллинов;
- чрезвычайно длительный жизненный цикл (равный жизни человека);
- высоко дифференцированные хрусталиковые клетки не могут синтезировать белки и липиды, что защищает от репликации дефектных молекул;
- более того, хрусталик отличается чрезвычайно высокой защитой от повреждения белков и липидов, сохраняющей клетку на протяжении десятилетий;
- **NB!!! – и это на фоне прохождения световых лучей сквозь хрусталик на протяжении двух третей жизни человека.**

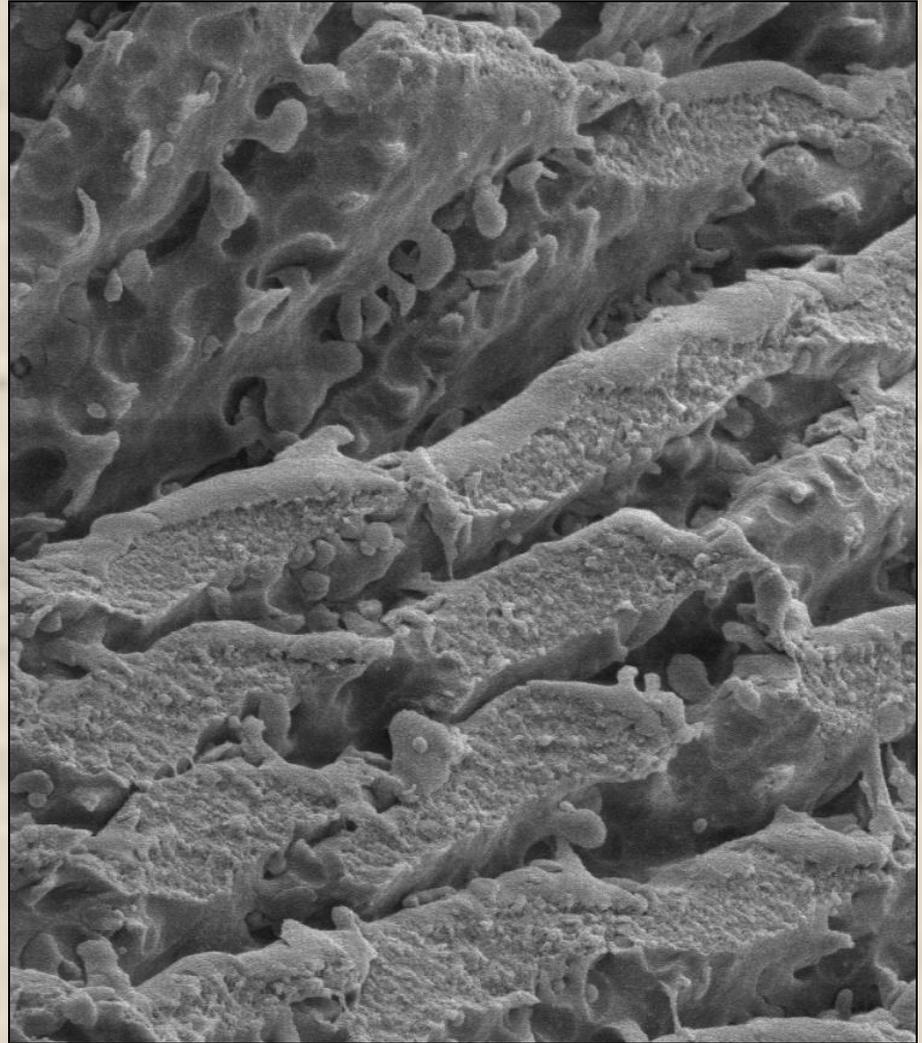
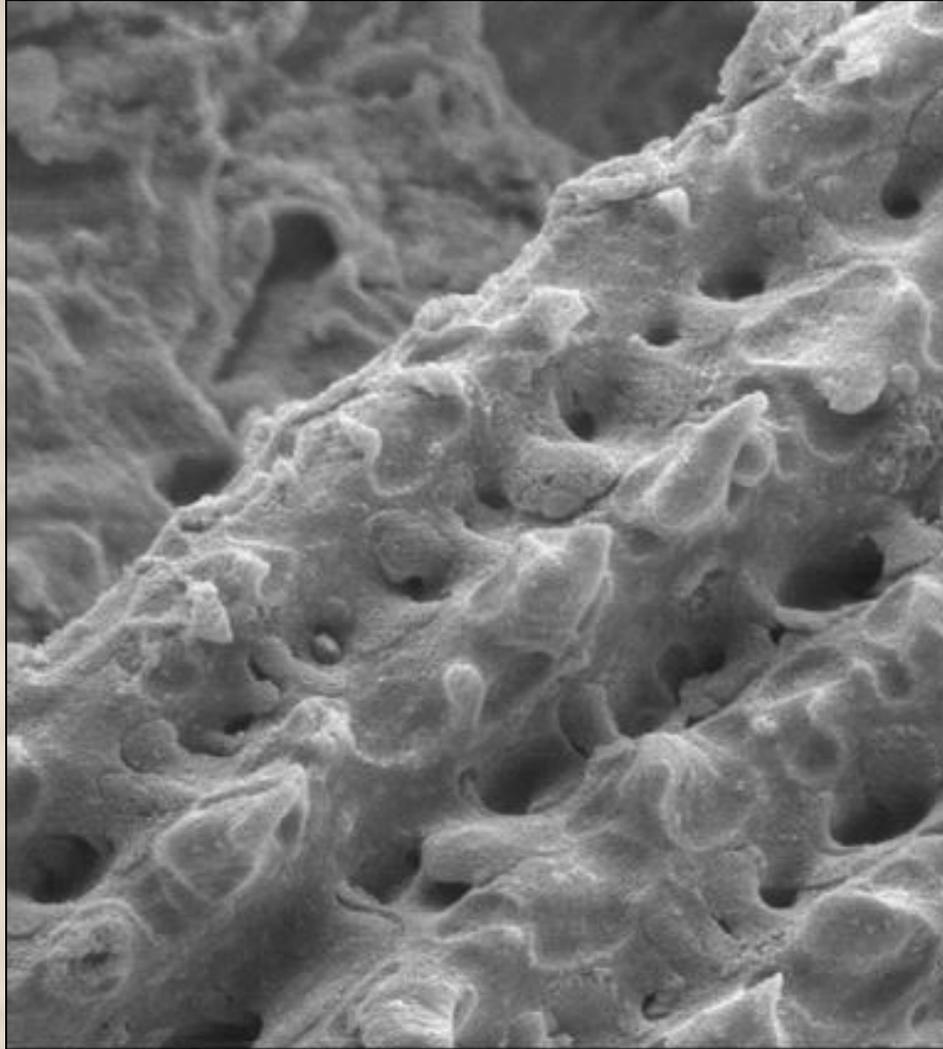
Хрусталиковые волокна

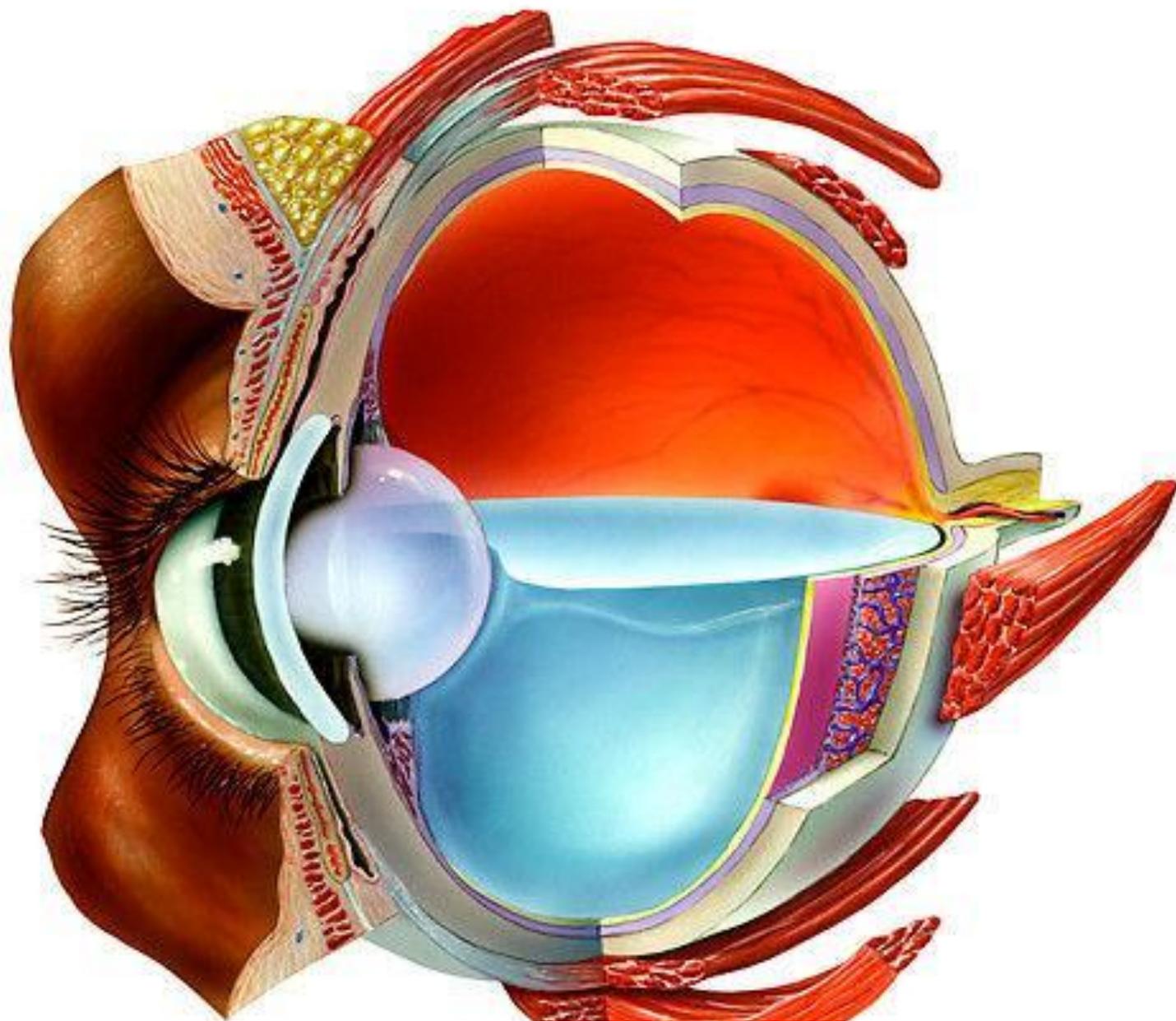
(окраска по Ван-Гизону)



- эпителий находится на передней капсуле;
- капсула является барьером для бактерий и тканевых факторов роста;
- концентрация белка в хрусталике равна 35%, что вдвое превышает аналогичный показатель других тканей.

СЭМ хрусталиковых волокон





Клиническая анатомия сетчатки

- механизм контакта нейроэпителия и пигментного эпителия до сих пор не изучен (активный транспорт?);

- внутренние слои сетчатки питают ветви ЦАС;

- в 15% случаев цилиоретинальная артерия питает макулярную зону;

- нервные волокна лишены миелиновой оболочки;

- наружный плексиформный слой в макуле называют слоем Henle (фигура звезды)

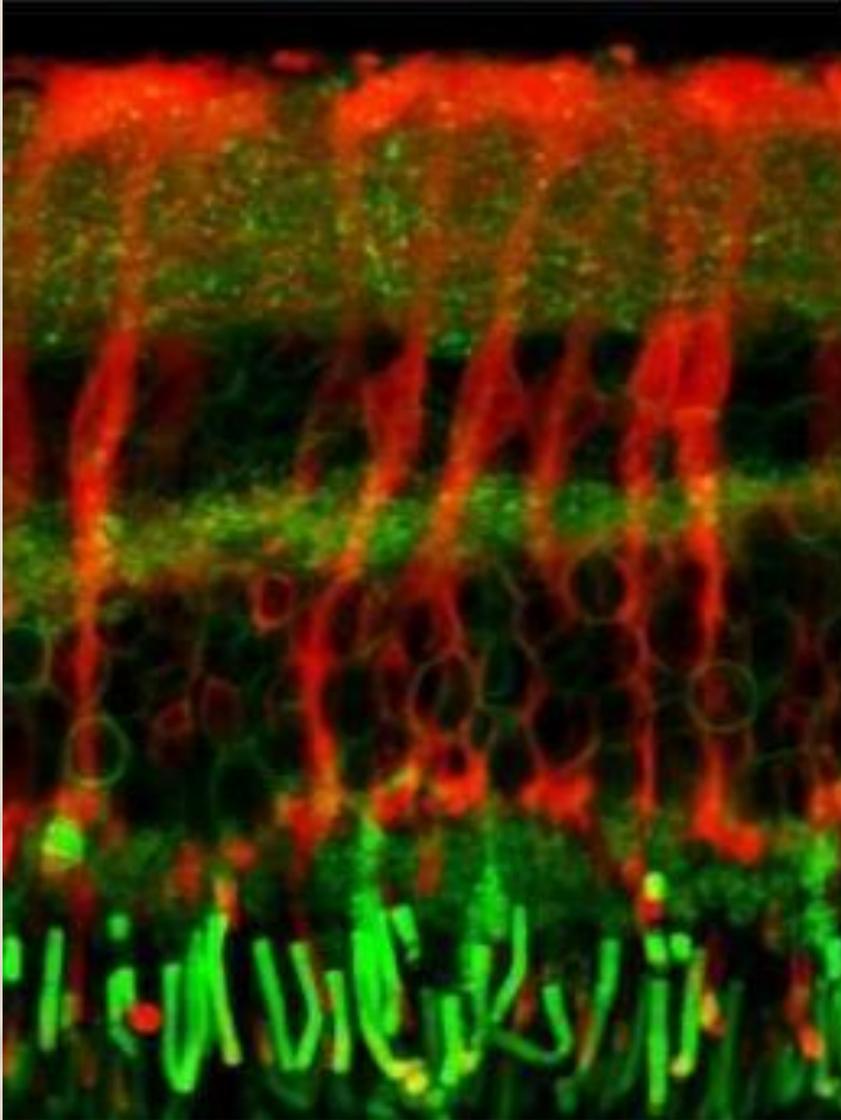
- фоторецепторы в макулярной зоне расположены перпендикулярно пигментному эпителию, а на периферии – под углом, что обусловлено их ориентацией в сторону зрачка

«Недостатки» строения сетчатки

- инвертный тип строения;
- слой нервных волокон, перпендикулярный ходу световых лучей;
- многие клеточные слои состоят из структур, размеры которых сопоставимы с длиной волны видимого света, имеют разный индекс преломления;
- Следовательно, попадающий в глаз свет должен в значительной степени рассеиваться, преломляться, отражаться.

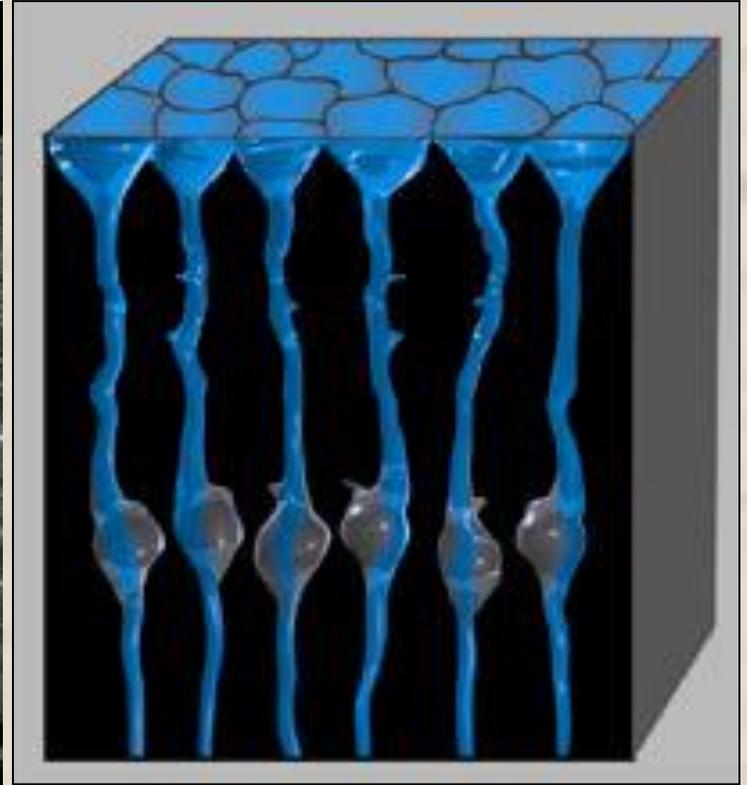
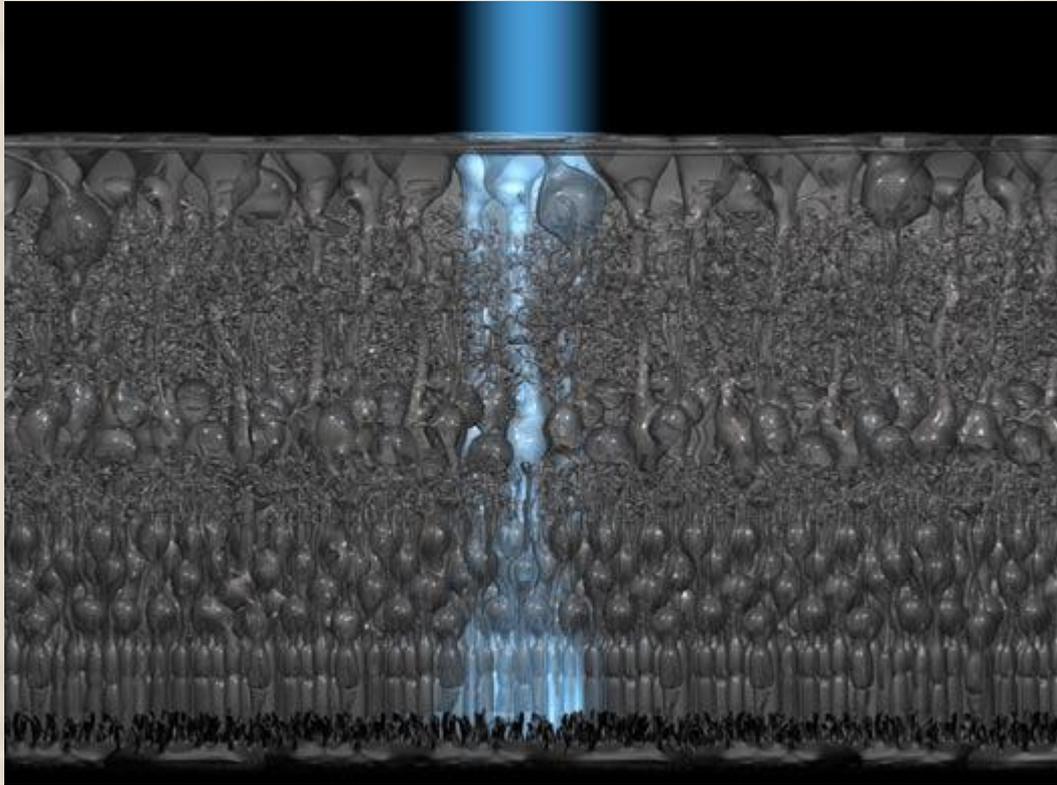
Почему это не происходит???

Мюллеровы клетки



- трофическая функция;
- тектоническая функция;
- «оптоволоконная» функция, обеспечиваемая длиной клетки (150 мкм) и ее пространственным расположением;
- узкие мюллеровы клетки занимают не более 20% объема сетчатки, не препятствуя выполнению других функций.

Мюллеровы клетки



- каждая мюллерова клетка доставляет световой поток одной колбочке и десяти палочкам;
- мюллеровы клетки являются световой ловушкой для фотонов.

**Благодарю за
внимание!!!**

Шпаргалка по анатомии орбиты

Орбитальные стенки	Формирующие их кости	Соседние образования
верхняя	Лобная	Передняя черепная ямка
	Малое крыло основной	Лобная пазуха
латеральная	Скуловая кость	Височная ямка
	Большое крыло клиновидной кости	Крылонебная ямка
нижняя	Верхняя челюсть, скуловая кость, небная кость	Подглазничный канал
		Верхнечелюстной синус
медиальная	Верхняя челюсть, слезная, решетчатая, основная	Решетчатый и основной синусы Решетчатая пластинка на уровне фронто-этмоидального шва

Шпиргалка по анатомии орбиты

- **Нижняя стенка:**
 - имеет наклон 20° ;
 - не достигает вершины орбиты, заканчиваясь на уровне крыло-небной ямки;
 - единственная стенка орбиты, в построении которой не участвует основная кость.
- **Верхняя стенка:**
 - блок в 4 мм от верхнего края;
 - ямка слезной железы, расположенная постсептально;
 - супраорбитальная вырезка.
- **Медиальная стенка:**
 - расположены параллельно друг другу в 25 mm;
 - тонкая глазничная пластинка решетчатой кости (lamina papyracea);
 - ямка слезного мешка, расположенная пресептально;**
- **Латеральная стенка:**
 - расположены перпендикулярно друг другу;
 - самая прочная стенка, но закрывает лишь заднюю половину глазного яблока;

Клиническая анатомия глазной щели

- экскурсия верхнего века благодаря функции его леватора достигает 15 мм;
- лобная мышца расширяет глазную щель еще на 2 мм;
- причины изменения ширины глазной щели:
 - эндокринная офтальмопатия (↑)
 - миастения (↓)
 - врожденный птоз (↓)
 - травма леватора (↓)
 - синдром Горнера (↓)
 - паралич глазодвигательного (↓) и лицевого (↑) нер-

Функции липидного слоя слезной пленки

- обеспечивает оптические свойства слезной жидкости;**
- создает гидрофобный барьер (липидную полоску), препятствующий благодаря высокому поверхностному натяжению скалыванию слезы на щеку;**
- замедляет испарение слезы;**
- смачивает конъюнктиву век в процессе моргания.**

Функции водного слоя слезной пленки

- **обеспечивает кислородом роговичный эпителий;**
- **антибактериальная функция (лизоцим, β -лизин, лактоферин);**
- **сглаживает неровности эпителиальных клеток;**
- **смывает инородные тела;**
- **суточный объем – 2 – 3 мл.**

Функции муцинового слоя слезной пленки

- покрывает многочисленные выросты и складочки роговичного эпителия;**
- превращает гидрофобную поверхность эпителия в гидрофильную, без чего невозможно распределение слезы по роговичной поверхности;**
- взаимодействует с липидным слоем для поддержания оптимального уровня поверхностного натяжения;**
- улавливает слущившиеся клетки и бактерии;**

Роговичный эпителий

- 10% (50 мкм) толщины роговицы;
- плотный контакт (десмосомы) между поверхностными клетками препятствует проникновению слезы в строму;
- Контакт базального слоя с одноименной мембраной обеспечивается полудесмосомами (их дефект лежит в основе рецидивирующей эрозии роговицы);
- плотная упаковка поверхностных слоев эпителиальных клеток минимизирует светорассеяние и унифицирует рефракционный индекс;
- жизненный цикл эпителиальной клетки сос-

Мембрана (слой) Bowman

- передняя пограничная мембрана, м. Боумена или слой Боумена.
- толщина 8 – 14 мкм;
- состоит из беспорядочно расположенных коллагеновых волокон, сливающихся со стромой;
- в отличие от десцеметовой мембраны не способна к регенерации;
- ее повреждение приводит к удлинению эпителизации роговицы до 1,5 и более месяцев.

Строма роговицы

- коллаген I, III, V, VI типов;
- протеогликаны — комплексы декорин-сульфат дерматана и люмикан-сульфат кератана;
- коэффициент растяжения — 0,25% при нормальных значениях ВГД;
- фибриллярный коллагеновый остов роговицы выполняет функцию дифракционной решетки, нейтрализующей интерференционное светорассеяние за счет того, что размер решетки меньше длины волн

Строма роговицы

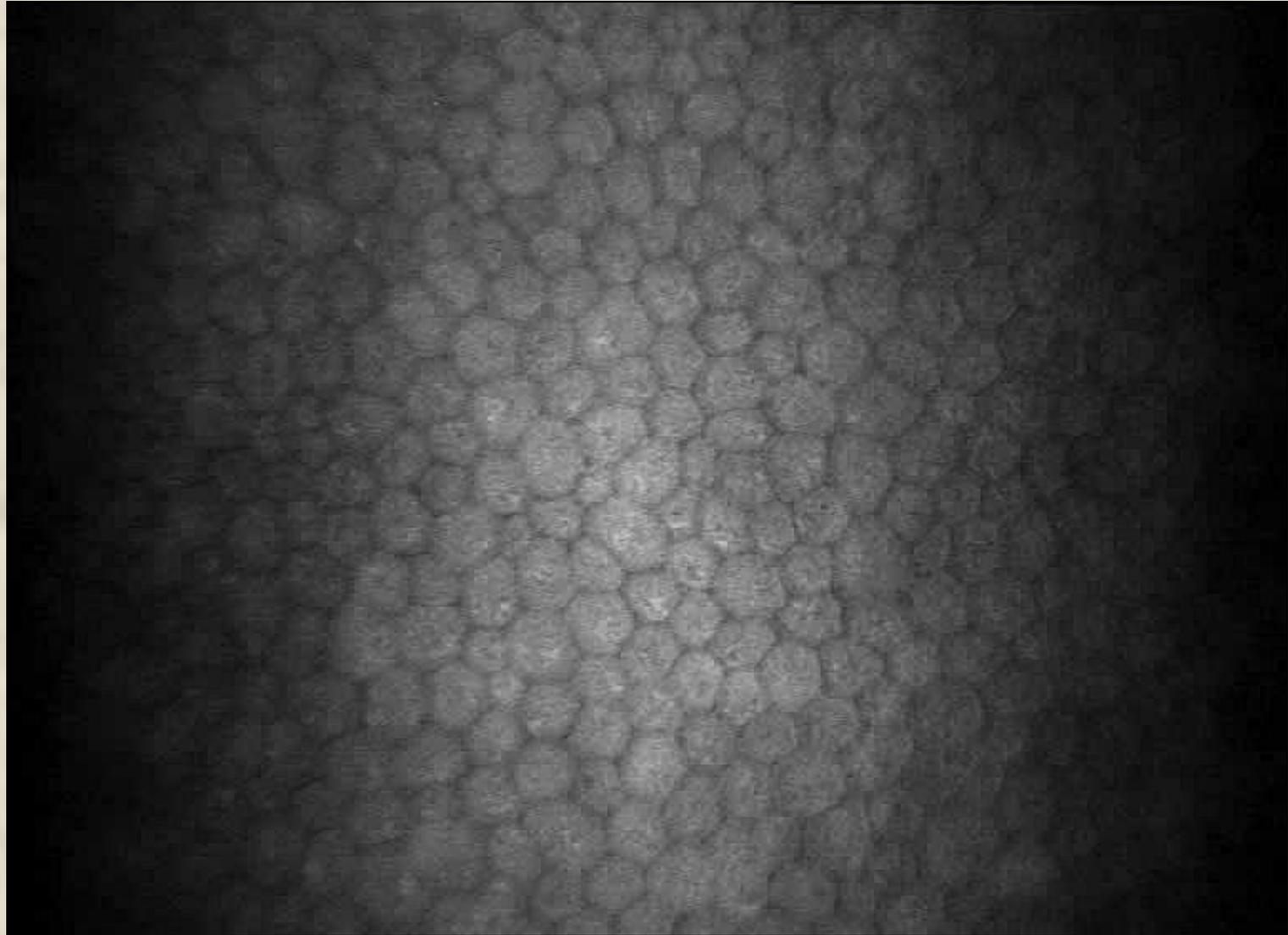
- четкая структурированность роговицы обеспечивает пропускание 98% света;
- роговичная ламелла распространяется от одного края роговицы к другому, что обеспечивает прочность роговицы.

Нервы роговой оболочки



Чувствительность роговицы в 100 раз выше, чем аналогичный показатель конъюнктивы

Задний эпителий роговицы



Задний эпителий роговицы

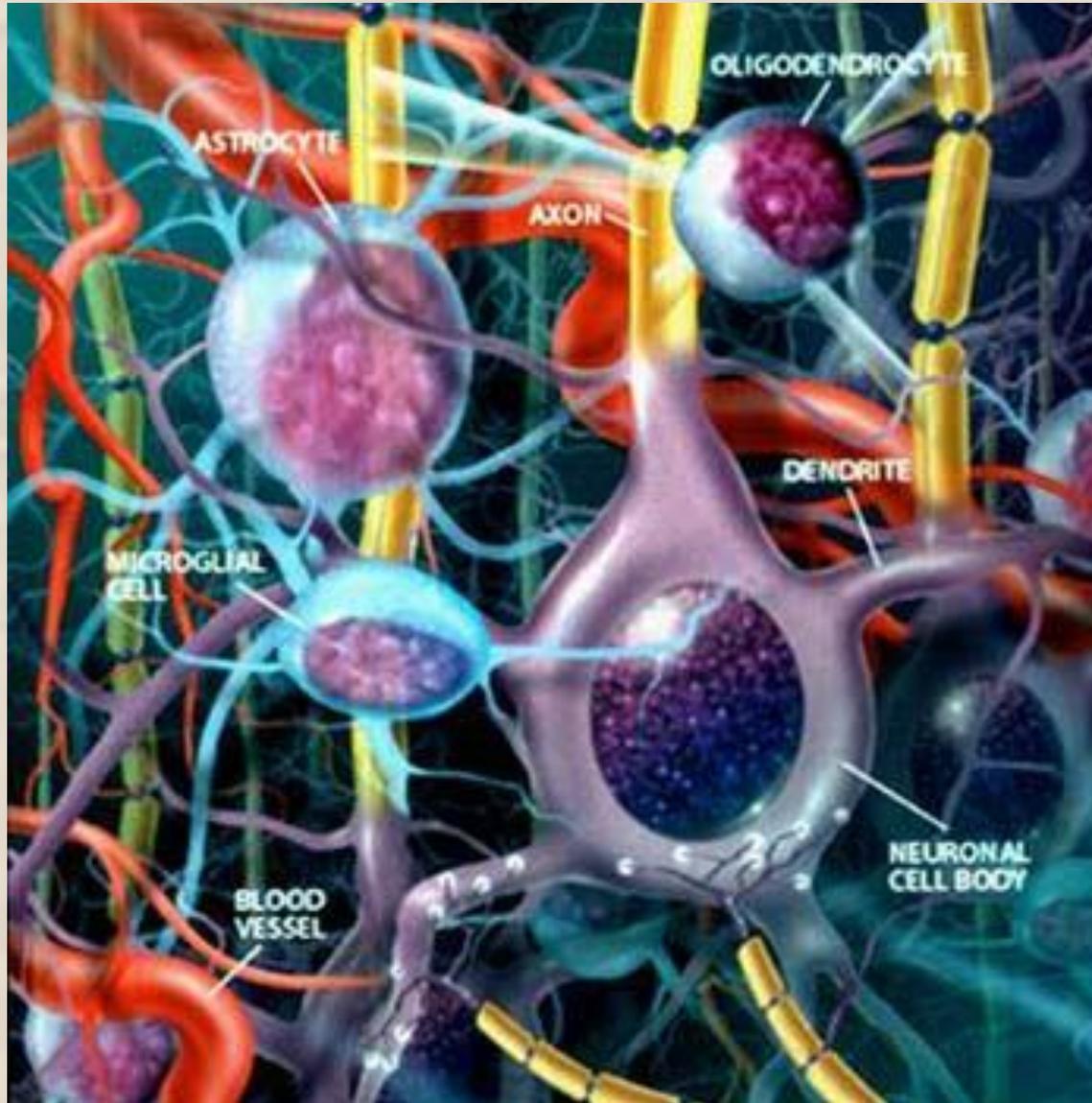
- не является эндотелием!;
- не способен к регенерации;
- монослой толщиной 5 мкм насчитывает при рождении 1 млн. гексагональных клеток;
- закрытие дефектов путем распластывания имеющихся клеток;
- создает водонепроницаемый монослой за счет плотного межклеточного контакта;
- содержит метаболическую помпу (Na-K-АТФ-аза);
- критическое число Франка – 700 клеток на 1 кв. мм;
- 500 клеток на 1 кв. мм – сток слезы рога

Клиническая анатомия сетчатки

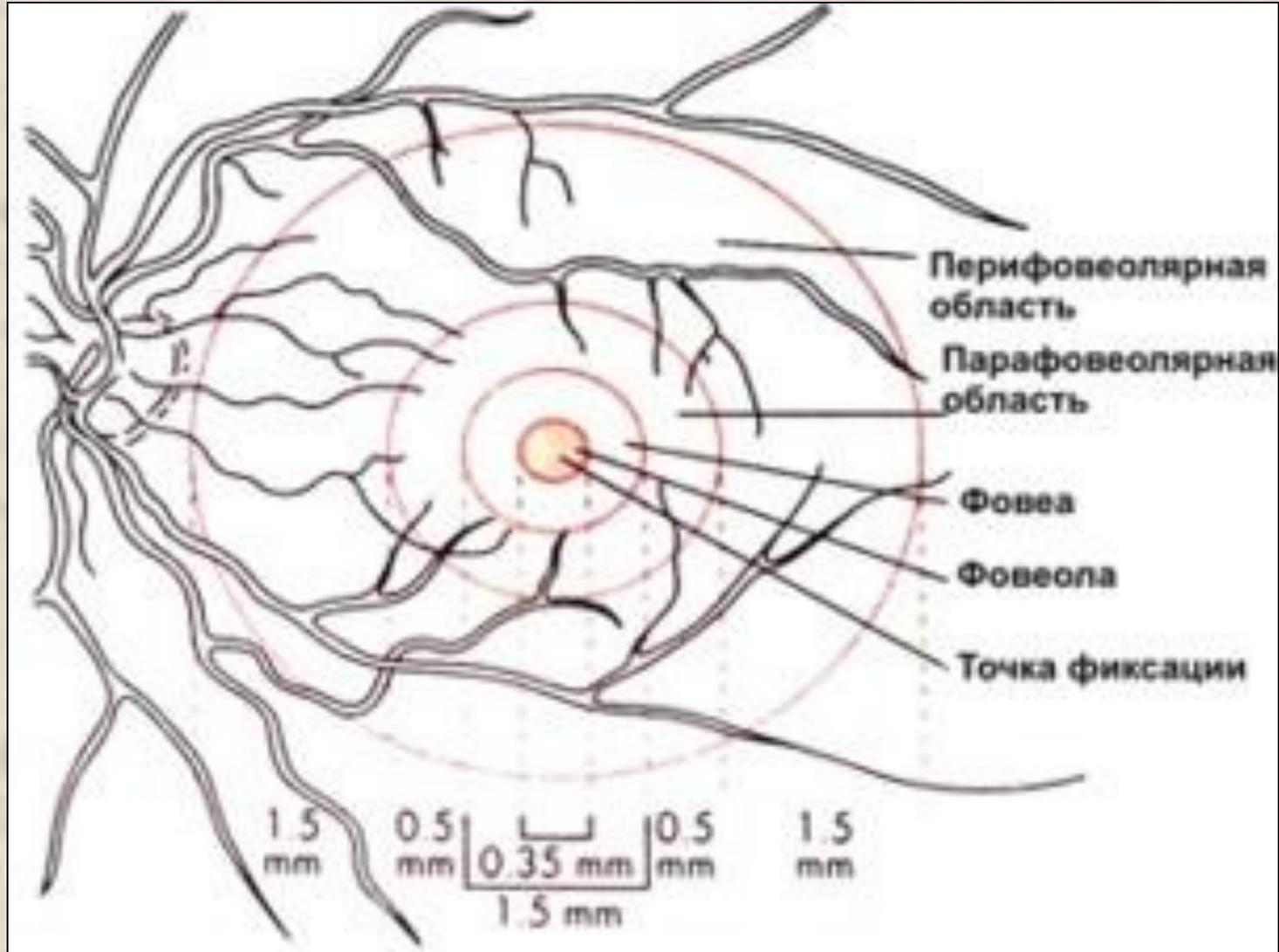
- толщина: в макуле – 0,1 мм, у зубчатой линии – 0,11 мм, в области папилло-макулярного пучка у ДЗН – 0,23 мм;
- механизм контакта нейроэпителия и пигментного эпителия до сих пор не изучен (активный транспорт?);
- внутренние слои сетчатки питают ветви ЦАС;
- в 15% случаев цилиоретинальная артерия питает макулярную зону;
- нервные волокна лишены миелиновой оболочки;

• наружный ганглиозный слой в макуле

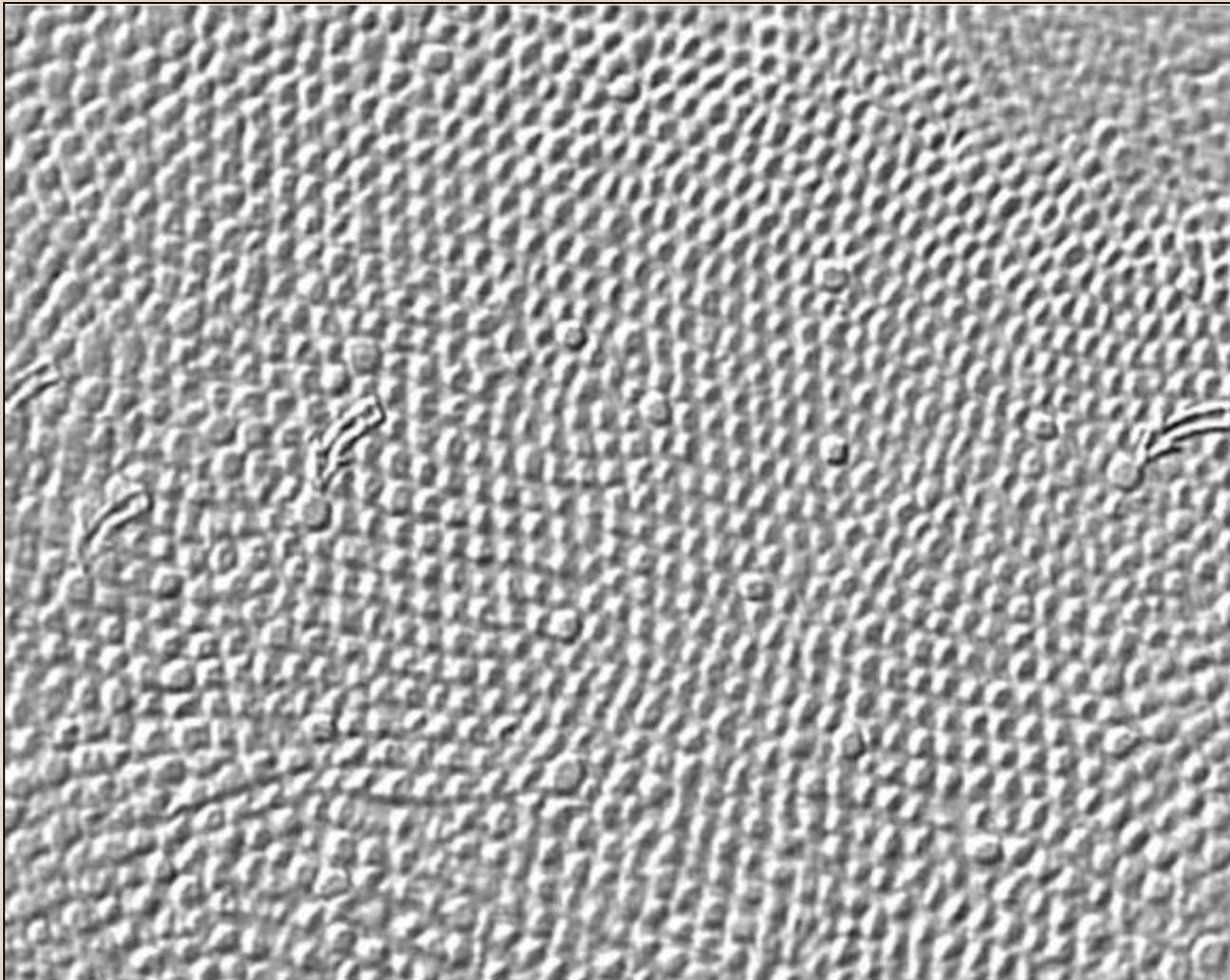
Принципы строения нервной ткани



Топографическая анатомия пятна сетчатки



Микроанатомия ямки

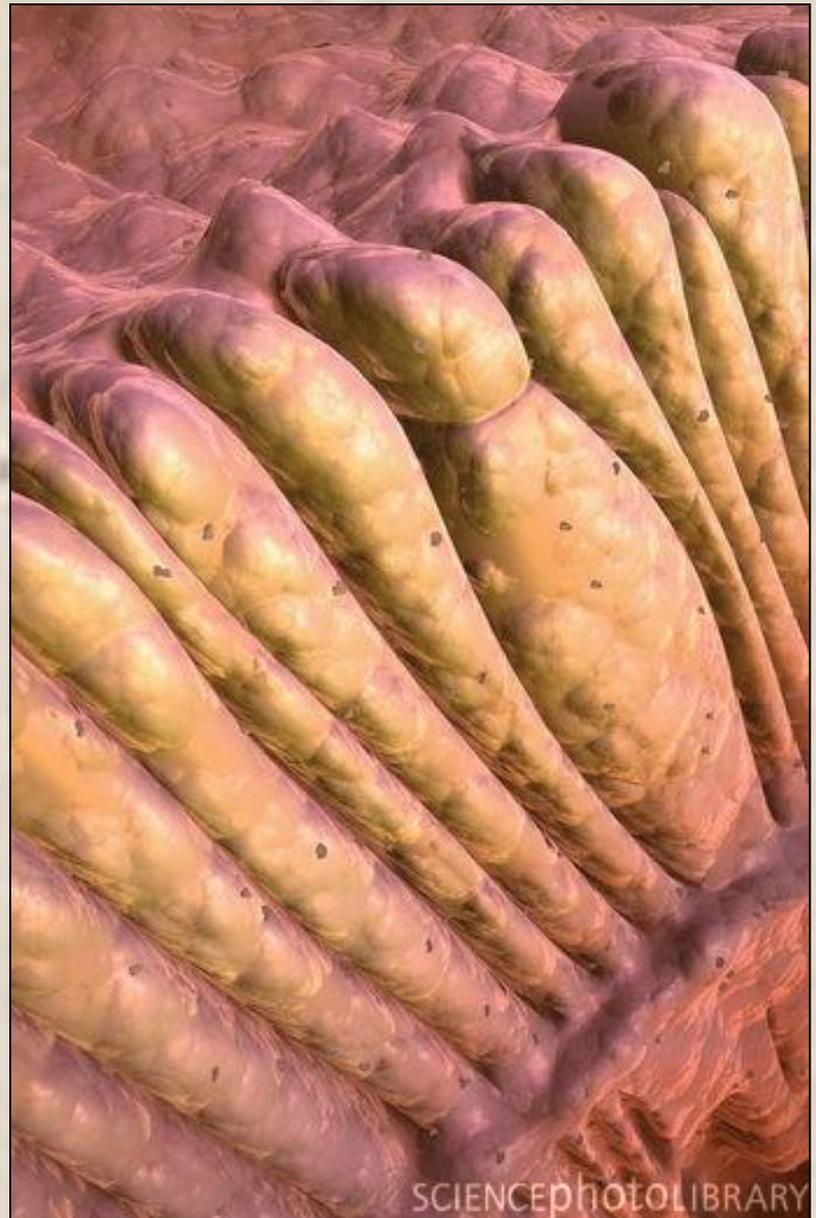


**Fig. 13. Tangential section through the human fovea.
Larger cones (arrows) are blue cones.**

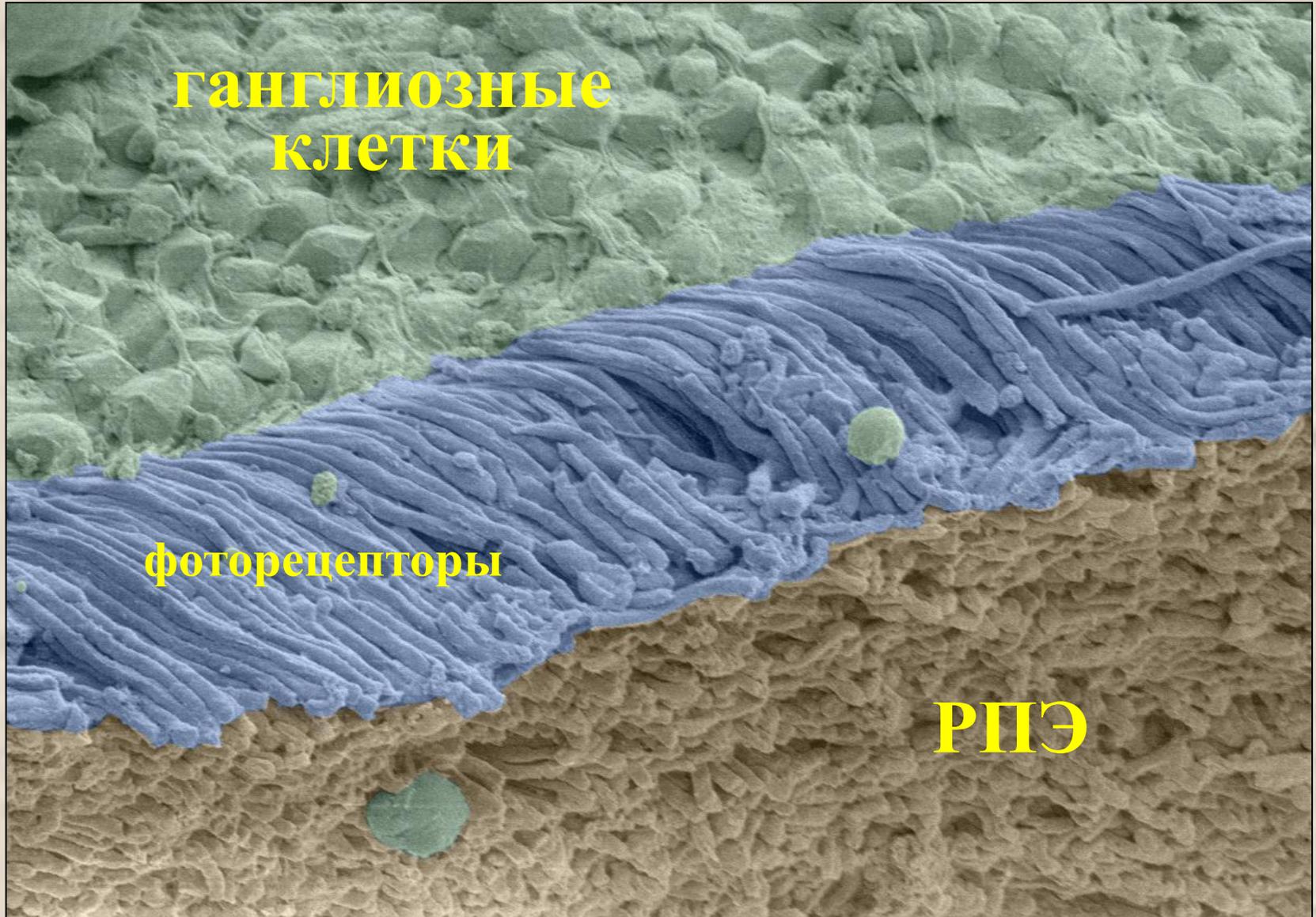
Слой ямки сетчатки

- пигментный эпителий;
- колбочковые фоторецепторы;
- глиальные и мюллеровы клетки;
- внутренняя пограничная мембрана;
- фоторецепторы в макулярной зоне расположены перпендикулярно пигментному эпителию, а на периферии – под углом, что обусловлено их ориентацией в сторону зрачка.

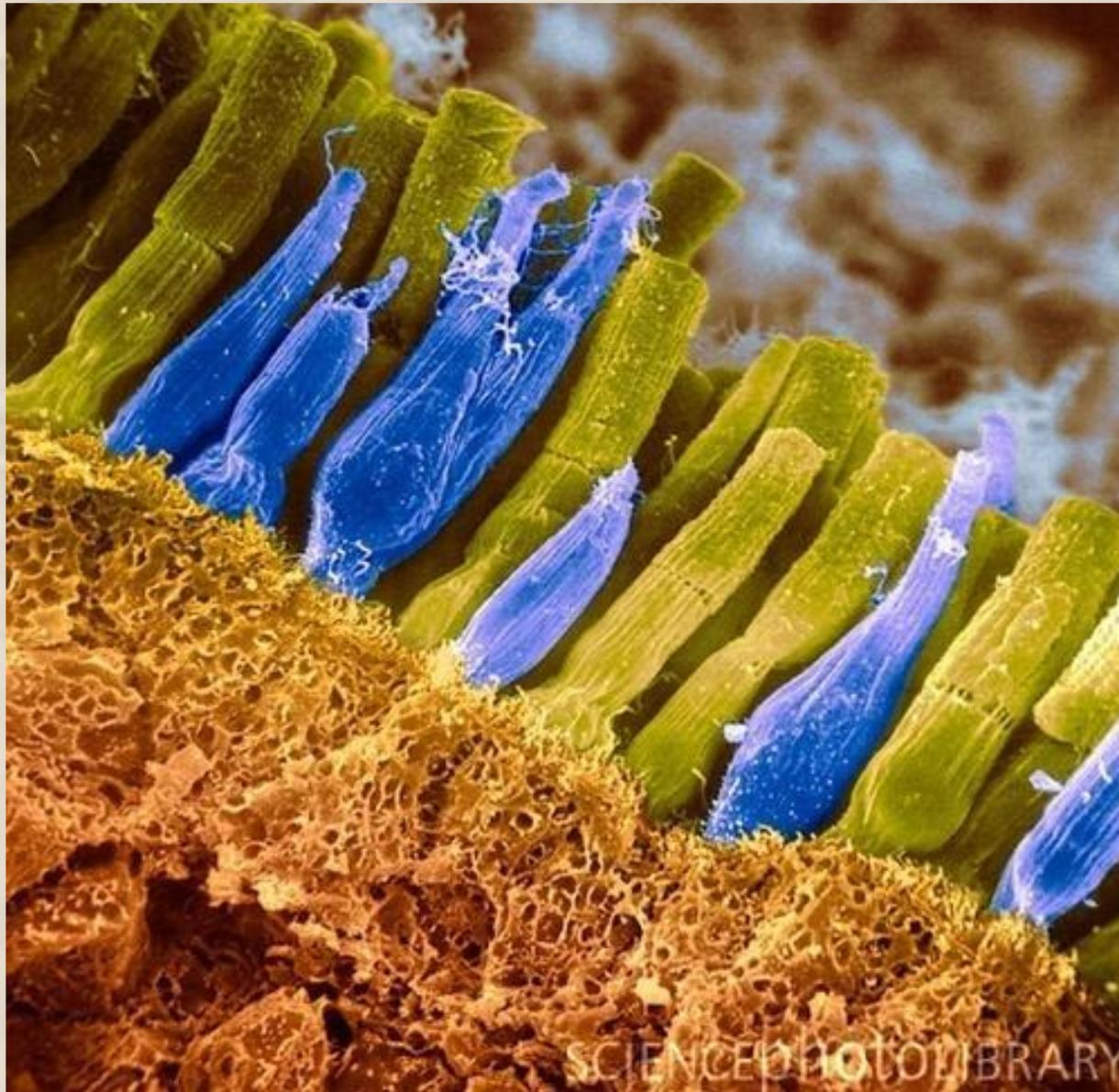
Палочки и колбочки



СЭМ фовеолярной области



СЭМ фоторецепторов



Палочки



Молекула родопсина

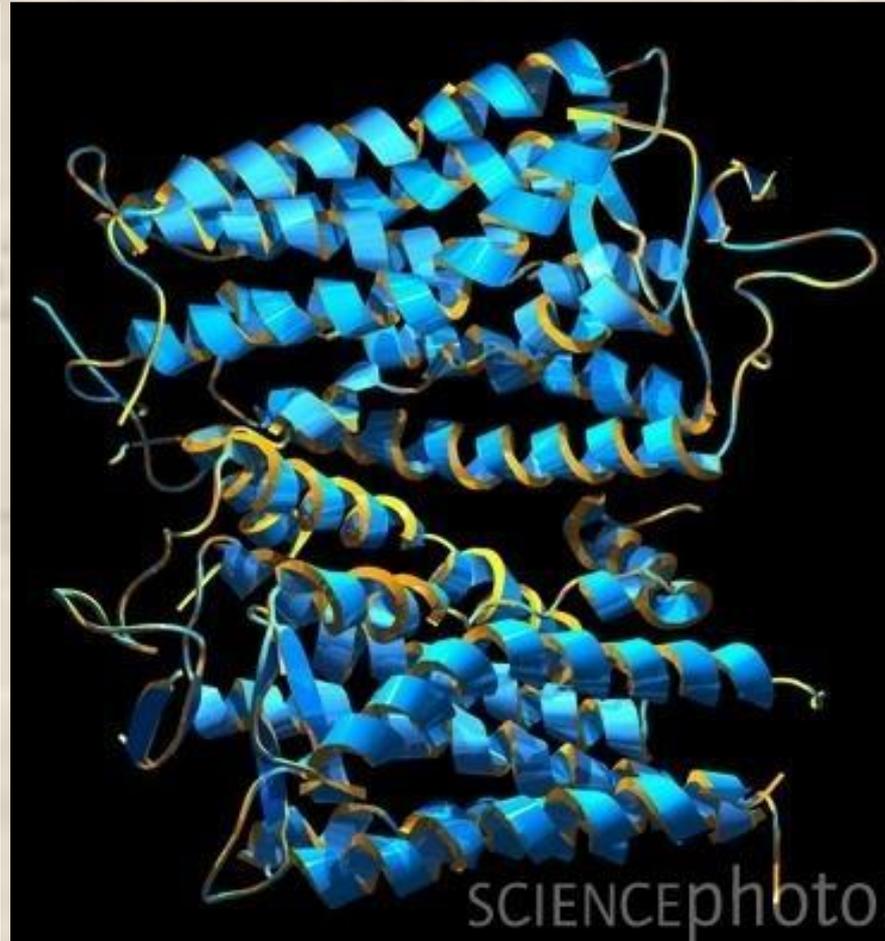
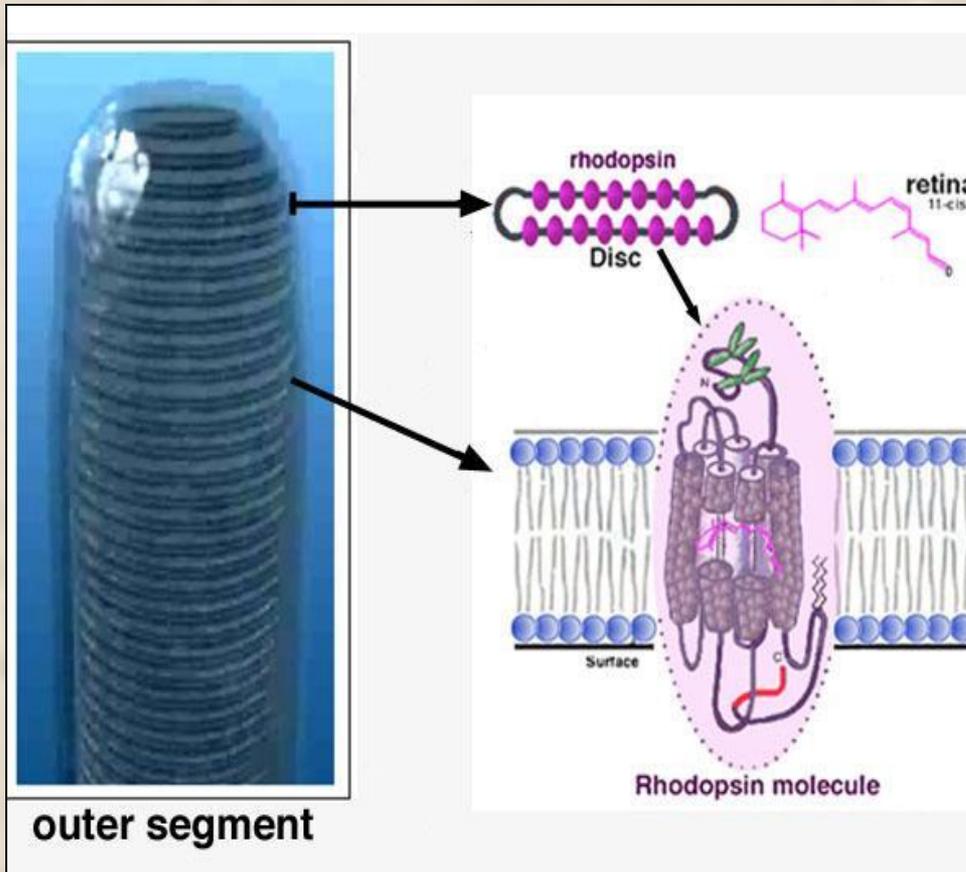


Fig 8. Schematic diagram of Rhodopsin in the outer segment discs.

SCIENCEphoto

Пигментный эпителий сетчатки

- величина 10 – 60 мкм в зависимости от участка сетчатки (макула – тоньше, длиннее, содержат больше меланосом);
- количество у новорожденного 4 – 6 млн.;
- митозы у взрослых не зафиксированы;
- имеет гексагональную форму (как передний и задний эпителий роговицы, а также эпителий хрусталика);

Функции пигментного эпителия сетчатки

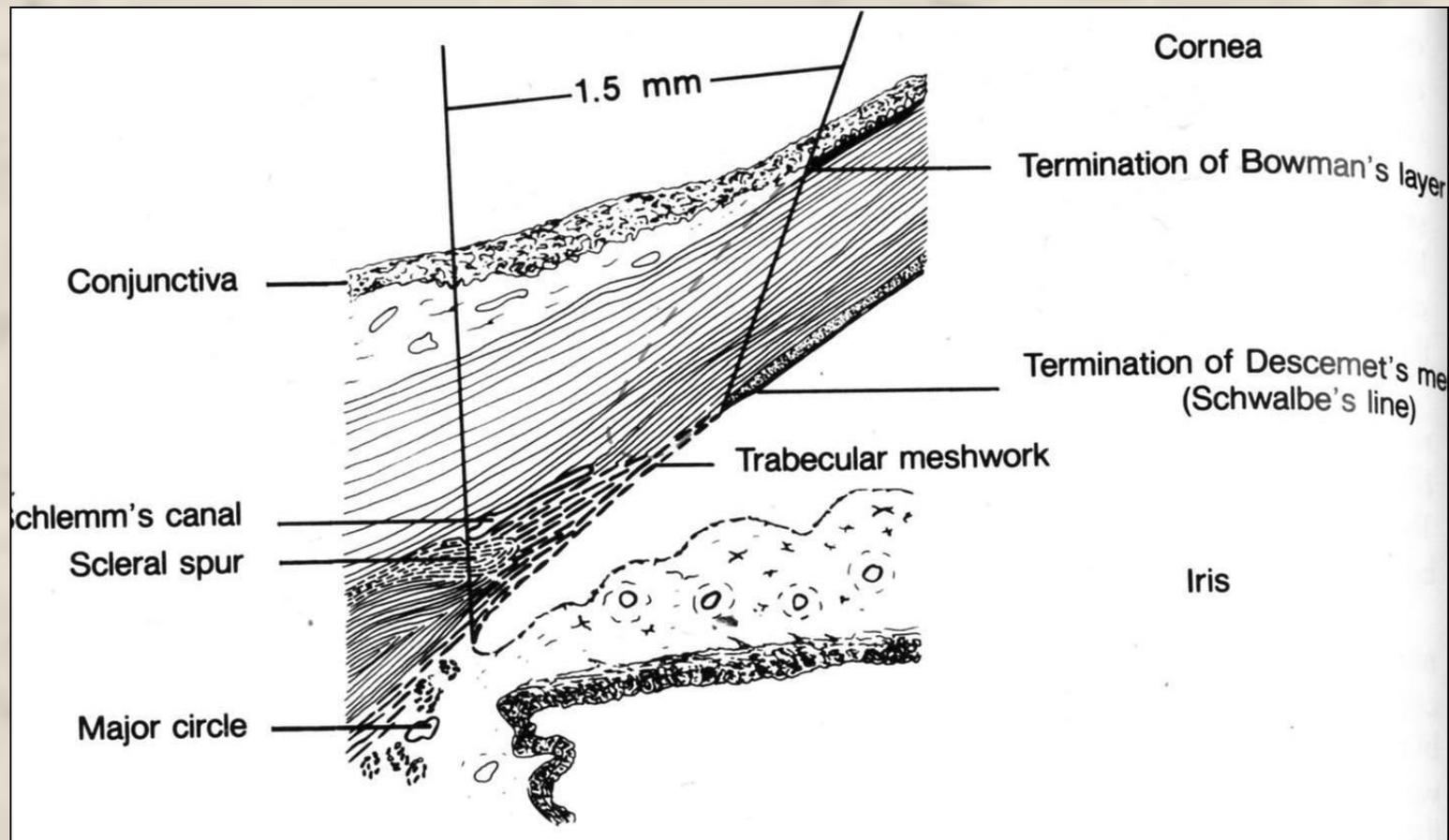
- метаболизм витамина А;
- наружный гемато-ретиальный барьер;
- фагоцитоз наружных сегментов фоторецепторов;
- абсорбция света;
- теплообмен;
- формирование базальной мембраны;
- синтез мукополисахаридного матрикса, окружающего наружные сегменты;
- активный клеточный транспорт.

Лимб

- переходная зона между периферической частью роговицы и передними отделами склеры;
- не является самостоятельной анатомической структурой, не имеет отчетливых отличий в гистологическом строении;
- трактуется по-разному анатомами, патоморфологами и хирургами;
- лимб формируют:
 - **конъюнктива;**
 - **тенонова капсула;**
 - **эписклера;**
 - **корнеосклеральная строма;**
 - **дренажная система.**

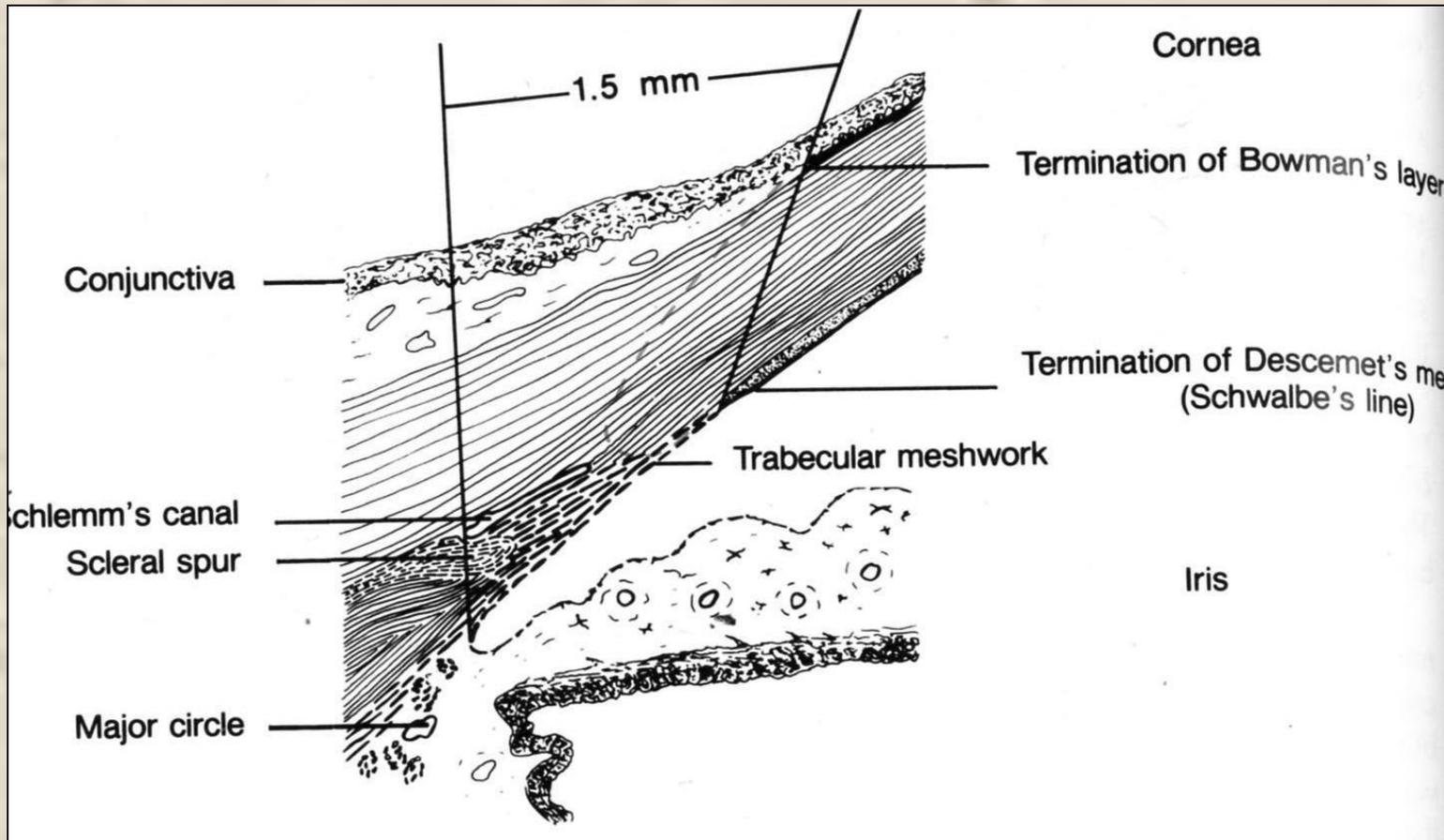
Анатомический лимб

- ширина лимба 1,0 – 1,5 мм;
- центральная граница лимба – линия, соединяющая границы передней и задней пограничной мембран;
- периферическая граница – перпендикуляр к поверхности глаза в 1,5 мм от передней границы.

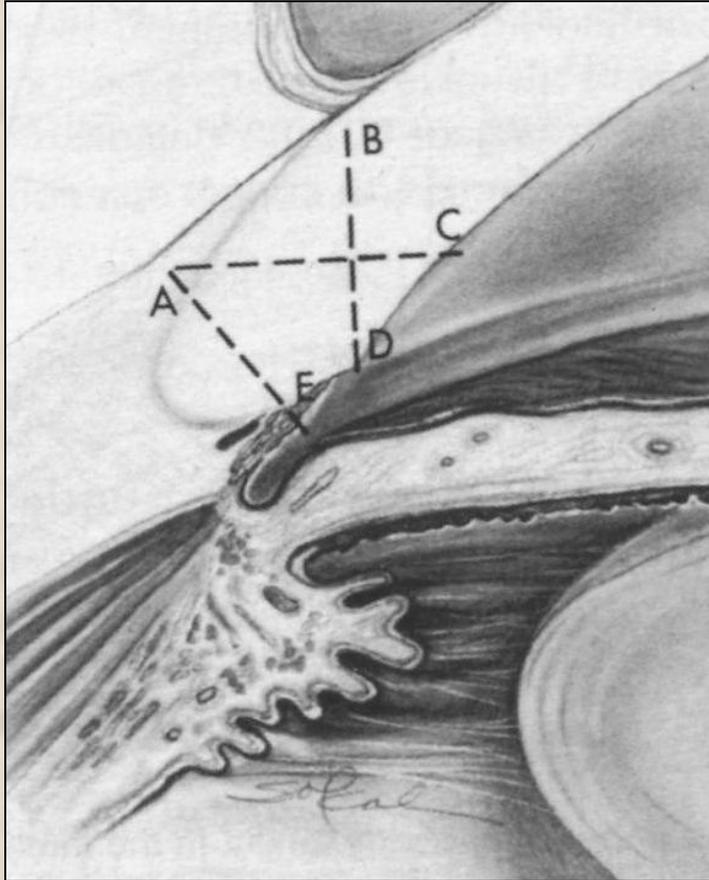


Хирургический лимб

- ширина 2 мм; состоит из двух равных зон:
- передняя (голубовато-серая), расположенная над роговицей, протяженностью от границы передней пограничной мембраны до границы задней пограничной мембраны (линия Швальбе);
- задняя (белая), протяженностью от линии Швальбе до склеральной шпоры или корня радужки.



Профили разрезов



А – корнеосклеральная борозда;

Е – трабекула;

А – Е – перпендикулярный профиль разреза;

С – точка кпереди от линии Швальбе;

А - С – скошенный профиль разреза;

В – точка прикрепления конъюнктивы;

Д – линия Швальбе;

В – D – разрез