

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Северо-Осетинская
государственная медицинская академия Федерального агентства
по здравоохранению и социальному развитию» Росздрава

Анатомо-гистологические особенности, функции и методы исследования фиброзной капсулы глаза

Учебное пособие

для студентов, обучающихся по специальности лечебное дело и
педиатрия

Владикавказ 2011

Короев О.А., Короев А.О. Анатомо-гистологические особенности, функции и методы исследования фиброзной капсулы глаза. – Учебное пособие. – Владикавказ, 2011. – 114 с.

Учебное пособие посвящено одной из важных тем – анатомическим особенностям, строению и методам исследования фиброзной капсулы глаза. В нем представлены современные данные, позволяющие достаточно полно изучить данный вопрос. В пособии приводятся возможности исследования тканей, их значение в диагностике заболеваний. Оно предназначено для студентов, обучающихся по специальности лечебное дело и педиатрия.

Составители: канд. мед. наук, доц. Короев Олег Алексеевич,
канд. мед. наук, Короев Алексей Олегович

Рецензенты: д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой офтальмологии
Московского государственного медико-стоматологического университета
Росздрава, Тахчиди Христо Периклович;
д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой офтальмологии Ставропольской
государственной медицинской академии, Чередниченко Лев Павлович.

Содержание

Данное учебное пособие посвящено изучению одного из важных аспектов анатомии глазного яблока – структурным особенностям роговой оболочки и склеры. Оно призвано углубить знания студентов по этой проблеме. Фиброзная капсула глаза играет большую роль в сохранении стабильности содержимого глазного яблока. Знание особенностей структуры наружной оболочки глазного яблока позволяет грамотно построить процесс диагностики и лечения многих ее заболеваний. Поражения фиброзной капсулы глаза в отдельных случаях могут помогать в диагностике соматической патологии организма. В пособии сконцентрированы сведения, имеющиеся в самых разных литературных источниках. В столь полном виде, обобщенно они приводятся впервые. Издание рассчитано для студентов, обучающихся по специальности лечебное дело и педиатрия.

Фиброзная оболочка глаза (*Tunica fibrosa bulbi*)

Роговица (*Cornea*)

Роговица – прозрачная часть, составляющая $1/5-1/6$ (около 17%) наружной (фиброзной) оболочки глаза, отделена вследствие большей своей выпуклости от склеры неглубокой бороздкой. Название «роговица» предложил Alhazaen (рис.1), живший в 965-1039 н.э. (Альгазен – латинизированное имя древнеарабского ученого Ибн аль-Хайсама).



Рис.1. Ибн аль-Хайсам

Роговица – передняя часть фиброзной оболочки глазного яблока, которая обуславливает форму глаза, поддерживает тургор, выполняет защитную функцию и является преломляющей средой глаза, обеспечивающей зрение. Размер ее поверхности составляет $1,2 \text{ см}^2$. Роговая оболочка имеет переднюю выпуклую и заднюю вогнутую поверхности, средняя наиболее выпуклую часть ее образует вершину роговицы. Роговица практически однородна, она прозрачнее стекла вследствие отсутствия в ней элементов с разным коэффициентом преломления, а также благодаря ее особому физическому состоянию и химическому составу. У новорожденных роговица бывает несколько тусклой и опалесцирующей. Это так называемая физиологическая опалесценция, которая бесследно, без каких-либо

вмешательств исчезает в течение первой недели жизни ребенка. У стариков она желтоватого оттенка. Роговица представляет собой эластичную прозрачную пластинку в форме сильно изогнутого мениска, составляющую переднюю стенку глазного яблока и непосредственно переходящую в склеру. Роговица и склера представляют собой как бы сегменты двух разных шаров, и эти сегменты соединены общим основанием у лимба. Место перехода ее в склеру (лимб) имеет вид кольца шириной до 1 мм. В верхней части лимб имеет ширину 1,75 мм, в нижней – 0,5-1,45 мм, с боков – 1 мм. Наличие его объясняется тем, что глубокие слои роговицы распространяются кзади несколько дальше, чем передние (рис.2).

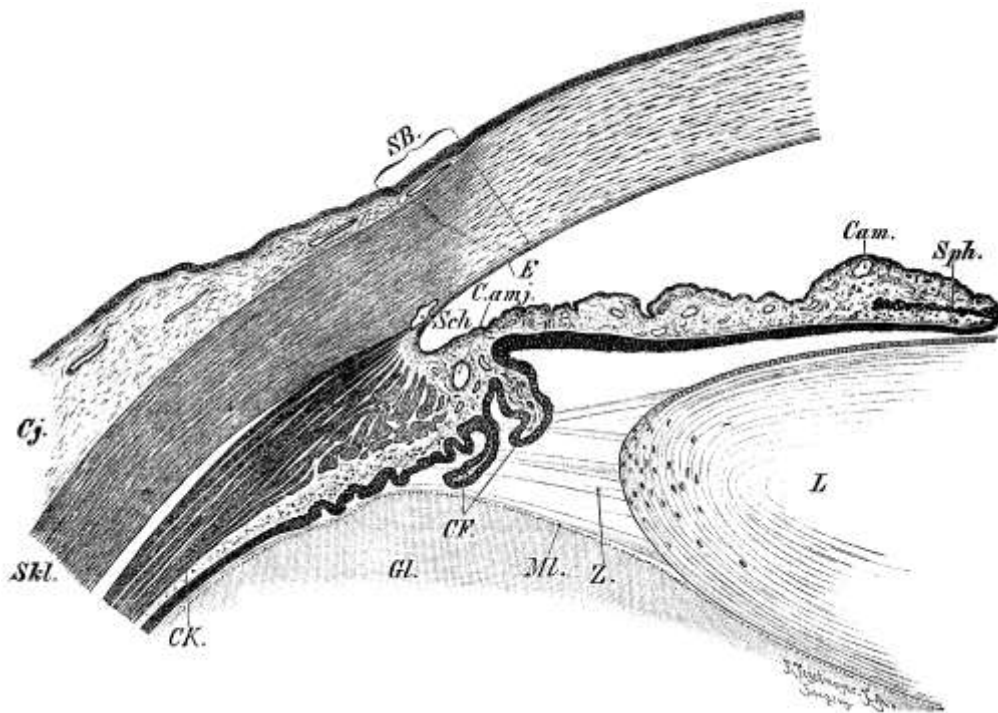


Рис.2. Меридиональный разрез стенки глаза в области его переднего сегмента.
Scl – sclera; *Sb* – limbus; *Sch* – sinus venosus sclerae; *Camj* – circulus arteriosus iridis major; *Z* – *fibrae zonulares* ресничного пояса; *Cf* – *processus ciliares*; *Cj* – конъюнктива глазного яблока *L* – хрусталик.

Склера охватывает роговицу как оправа часовое стекло. Вследствие этого внутренняя ее поверхность несколько больше, чем наружная. Микроскопически резкой границы между роговой оболочкой и склерой нет; волокна роговицы непосредственно переходят в волокна склеры. Эмбриологически роговицу можно рассматривать как продолжение не только

защитного склерального покрова, но также конъюнктивы спереди, радужки и цилиарного тела сзади. Важная особенность роговицы состоит в том, что эпителий ее является продолжением конъюнктивы.

Анатомо-гистологической особенностью роговицы является чрезвычайно правильное расположение образующих ее строму пластинок и отсутствие в ней кровеносных сосудов (за исключением крайней периферии, где имеется поверхностное капиллярное сплетение), что обеспечивает ей необходимую прозрачность. Прозрачность роговицы определяется одинаковым показателем преломления пластинок роговицы, ее нервных ветвей, межуточной субстанции, соединяющей пластинки роговицы. Для сохранения прозрачности роговицы, помимо правильности ее гистологической структуры, требуется определенное содержание в межуточном веществе воды (в норме 75%) воды, что регулируется, по-видимому, физиологической деятельностью эндотелия и эпителия. Увеличение содержания воды до 86% обуславливает помутнение роговицы. Определенную роль в сохранении прозрачности роговицы играет отсутствие ороговения ее эпителия. Повсюду, кроме края, роговица обладает одинаковой прозрачностью (по крайней мере, до среднего возраста). Часть краевой области роговицы, которая имеет и другие анатомические особенности, называется лимбом. Лимб не везде одинаковой ширины, поэтому окружность роговицы имеет немного эллиптическую форму: больший горизонтальный поперечник ее около 10,5-13,5 мм (в среднем 11,6 мм), а меньший, вертикальный – 10-11 мм (в среднем 10,6 мм). Это объясняется тем, что в задних слоях роговая оболочка на периферии заходит в склеру дальше, чем в передних. Толщина роговицы в центре 0,4-0,9 мм (в среднем 0,583мм), а около края – 0,65-1,2 мм (причем на законсервированных препаратах толщина роговицы больше). Нормальные возрастные параметры роговицы следующие (табл.1). Иногда приводят и несколько иные параметры: у новорожденных 9,5 x 9 мм; в 1 год 10,5 x 10 мм; в 5 лет 11,5 x 10,5 мм.

Таблица 1.

Нормальные возрастные параметры роговицы (в мм).

	Новорожденные	1 год	6 лет	Взрослые
Диаметр горизонтальный:	9,62±0,10	11,29±0,08	11,36±0,20	12
Толщина в центре:	0,560±0,006	0,524±0,007	0,535±0,010	0,516±0,005

Роговица формируется на 7-12-й неделе внутриутробного развития плода: эпителий роговицы образуется из поверхностной эктодермы зародыша, другие ее элементы – из мезодермы. Рост горизонтального диаметра роговицы практически завершается в течение 2-го года жизни. К 9 годам он соответствует величине роговицы взрослого. Ввиду таких сравнительно больших размеров роговицы, глаз новорожденного производит впечатление увеличенного в своих размерах. Увеличение размеров роговицы с возрастом осуществляется за счет растягивания и истончения ткани. Истончаются все 5 слоев роговицы. Толщина роговицы уменьшается в первые три года жизни детей в среднем с 1,5 до 0,6 мм, а по периферии с 2,0 до 1,0 мм.

У мужчин средний размер роговицы примерно на 0.1 мм больше, чем у женщин. Вес роговицы составляет 180 мг.

Необходимо отметить, что роговица – это основная преломляющая структура глаза человека.

Передняя выпуклая поверхность роговицы представляет отрезок эллипсоида с тремя осями. Впрочем, центральная часть роговицы, соответствующая области зрачка, представляет скорее отрезок шара, радиус ее 6,2-8,2 мм. Радиус кривизны передней поверхности роговицы в горизонтальном направлении равен 7,8 мм, в вертикальном – 7,7 мм. Радиус кривизны передней поверхности роговицы равен в среднем 7,84 мм. Эта цифра относится лишь к средней, сферически изогнутой трети роговицы, к ее, так называемой оптической зоне, а периферические части роговицы

заметно уплощены. Оптическая сила ее в центральной зоне составляет в среднем 40,0-44,0 дптр. Сила преломления световых лучей индивидуальна для каждого глаза и находится в пределах от 37 до 48 дптр. У новорожденного эта величина больше (50 дптр). Преломляющая сила роговицы изменяется с возрастом, обратно пропорциональна радиусу кривизны и составляет в среднем у детей первого года жизни 45,0-46,0 дптр., в 6-8 лет – 43,3 дптр., в 14-20 лет – 43 дптр., к 60 годам – 43,9 дптр. и к 70 годам – 43,7 дптр. К периферии роговица уплощается неравномерно в разных меридианах. Это уплощение более выражено на носовой стороне, чем на височной. Действует роговица как выпуклое зеркало и дает прямое, уменьшенное изображение. Радиусы кривизны в различных меридианах роговицы могут быть различны. Чаще радиус кривизны в вертикальном меридиане короче радиуса в горизонтальном. Вследствие этого сила преломления в вертикальном меридиане почти всегда несколько большая (примерно на 0,5 дптр.). Это обуславливает так называемый физиологический астигматизм. С возрастом роговица становится более выпуклой, и происходит сдвиг от правильного астигматизма к неправильному. В молодом возрасте в центральной части роговицы имеется вертикальная выпуклость, которая указывает на наличие правильного астигматизма. С возрастом наблюдается набухание роговицы и на периферии. В возрасте от 60 до 70 лет роговица принимает правильную сферическую форму, астигматизм нейтрализуется. В возрасте 70-80 лет роговица выбухает в форме горизонтального овала, что и определяет неправильный астигматизм. С возрастом сферичность изменяется, исчезает физиологический и появляется обратный астигматизм с немотивированным, на первый взгляд, снижением зрения.

В пожилом возрасте по периферии концентрично лимбу из отложения солей и липидов иногда формируется непрозрачное кольцо – старческая дуга (*arcus senilis*).

Радиус кривизны передней поверхности роговицы новорожденных и маленьких детей меньше радиуса кривизны роговицы взрослого и составляет в среднем 7,0-7,3 мм. Поэтому преломляющая ее способность на поверхности раздела двух сред со значительно различающимися коэффициентами преломления (воздух – вещество роговицы) существенно превышает преломляющую силу роговицы взрослого (в среднем приблизительно на 6-7 дптр.) и составляет в среднем +49,0 дптр., что сказывается на преломляющей силе глаза в целом и на клинической его рефракции. Радиус кривизны роговицы детей достигает полностью размеров радиуса кривизны у взрослых в пубертатном возрасте (примерно к 11 годам). Роговая оболочка новорожденного имеет некоторые особенности по сравнению с роговицей взрослого. Она на периферии изогнута сильнее, чем в центре, то есть обратно тому, что наблюдается у взрослого.

Что касается задней поверхности роговицы, то она круглая, с диаметром, приблизительно равным длине оси передней поверхности. Офтальмометрически радиус ее кривизны составляет 6,22-7,0 мм. Задняя поверхность роговицы представляется более искривленной. В центре роговица плотнее, чем на периферии. Преломляющая сила задней поверхности роговицы на границе раздела двух сред с близкими показателями преломления (вещество роговицы – влага передней камеры) составляет в среднем -6,0 дптр. (-5,9 дптр. согласно модели схематического глаза Гульштранда и -6,2 дптр., исходя из среднестатистического значения, полученного на трехмерном топографическом сканере Orbscan, Bausch&Lomb). При исследовании задней поверхности роговицы при помощи топографического сканера Pentacam (Oculus) среднестатистическое значение этого показателя составляет -5,2 дптр.

Оптические свойства роговицы определяются ее прозрачностью, менисковой формой и более высоким (1.377) показателем преломления, чем у воздуха (1,0). Поскольку оптическая плотность роговицы и водянистой влаги (1,336) передней камеры глаза практически одинакова, то преломление

светового пучка осуществляется, в основном, ее передней поверхностью. В воздушном же «окружении» (например, при введении после экстракции катаракты в переднюю камеру пузырька воздуха) роговица ведет себя уже как слабая минусовая линза. Изолированная роговица работает как слабая отрицательная линза, что на первый взгляд кажется несколько неожиданным. Как показывает расчет, оптическая сила изолированной роговицы усредненного глаза равна $-5,5$ дптр. Эти цифры относятся только к изолированной роговице, окруженной с обеих сторон воздухом. В живом глазу роговица находится совсем в иных условиях. С воздухом граничит только ее передняя поверхность, задняя же соприкасается с водянистой влагой передней камеры, показатель преломления которой мало отличается от такового роговицы. В этих условиях роговица работает как сильная положительная линза. Изменение преломляющей силы роговицы в зависимости от граничащей с ней среды можно наглядно проиллюстрировать на примере человека, плывущего под водой. Для пловца без маски все предметы теряют свои очертания, кажутся размытыми. Это объясняется тем, что преломляющее действие роговицы становится меньше, когда она граничит не с воздухом, а с водой, показатель преломления которой – $1,33$. В результате оптическая сила глаза в воде уменьшается, и изображение объекта формируется уже не на сетчатке, а позади нее. Глаз становится как бы гиперметропическим.

При рассматривании сзади (изнутри) роговица кажется совершенно круглой с диаметром, который приближается к длинному диаметру передней поверхности. Причиной этого служит форма корнеосклеральной границы. Это соотношение можно себе представить очень ясно, если рассматривать переднюю половину фиброзной капсулы изнутри (удалив содержимое и другие оболочки глаза) (рис.3). При этом становится видным круговой контур задней поверхности (iH), в который вписан овальный контур передней поверхности (aH). Только по линии горизонтального меридиана

видимый на поверхности диаметр прозрачной роговицы соответствует ее поперечнику и в самых глубоких слоях.

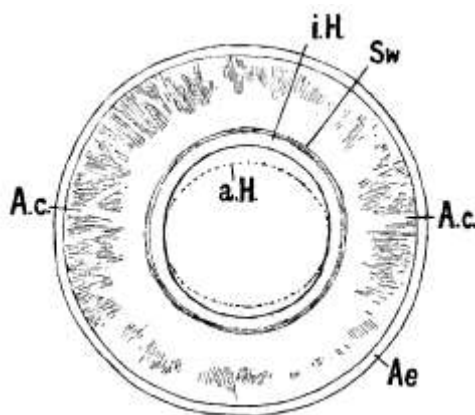


Рис.3. Фиброзная капсула, передняя половина видимая изнутри. Увелич. 2.

Ае – плоскость экваториального разреза. *Ас* – белые полосы, соответствующие ходу длинных задних цилиарных артерий. *Sw* – склеральный валик (задний край склерального желобка). *iH* – внутренний край роговицы (сплошная линия). *аН* – наружный край роговицы (пунктирная линия).

В вертикальном меридиане периферия роговицы оказывается прикрытой как бы вползающей на нее склерой, что создает условия для вмешательств на передней камере через разрезы именно в верхнем и нижнем участках глазного яблока, где отсепаровка конъюнктивы в сторону центра роговицы возможна на большем протяжении, чем в других секторах.

Во-первых, в боковых меридианах роговично-склеральная зона наиболее открыта для внешнего наблюдения, что делает особенно заметными послеоперационные рубцы.

Во-вторых, в этих участках подход к передней камере через субконъюнктивальный разрез, с учетом последующей необходимости наложения герметизирующих швов, может сопровождаться выходом лезвия на дренажную зону камерного угла, тогда как в верхнем и нижнем секторах наклонная структура лимба и смещение линии прикрепления конъюнктивы в сторону роговицы при любом профиле разреза обеспечивают достаточную свободу для наложения швов и, вместе с тем, – выход внутреннего края разреза роговой оболочки не на фильтрующую зону, а на известном удалении от нее.

Если смотреть на роговицу снаружи, то она кажется как бы насаженной на глазное яблоко, при взгляде же изнутри, она наоборот является частью стенки самого глазного яблока, продавленной вперед. Край этого вдавления, который представляет собой плоско закругленную грань, служит как бы негативом *sulci sclerae externi* и лежит на внутреннем краю *sulci sclerae interni*. Очень важная для патологии форма камерной бухты отчасти обусловлена этими соотношениями.

Температура роговицы у лимба + 35,4°C, в центре + 35,1°C, при открытых веках +30°C. При температуре тела 36,6°C она равна в среднем 33,7°C. Поэтому в ней возможен рост плесневых грибов с развитием специфического кератита. В условиях открытой глазной щели температура роговицы около 18-20°C. Знание температуры роговицы важно для того, чтобы вводить в конъюнктивальную полость лекарственные растворы с температурой +18-20 °C.

После смерти роговая оболочка постепенно становится мутной, отчасти вследствие помутнения ее эпителия, отчасти вследствие набухания ее вещества за счет внутриглазной жидкости.

Снаружи роговица покрыта прекорнеальной пленкой, которая играет важнейшую роль в сохранении функции роговицы, в предотвращении ороговения эпителия. Прекорнеальная жидкость увлажняет поверхность эпителия роговицы и конъюнктивы и имеет сложный состав, включающий секрет ряда желез: главной и добавочной слезной, мейбомиевых, железистых клеток конъюнктивы. Прекорнеальная пленка состоит из трех слоев. Первый слой прилежит к эпителию роговицы и называется муциновым слоем. Благодаря ему, прекорнеальная пленка прочно удерживается на роговице, он сглаживает все микронеровности эпителиальной поверхности, обеспечивая характерный для роговицы зеркальный блеск. Второй, водянистый слой имеет толщину до 7 мкм и состоит из электролитов и мукопротеидов. Этот непрерывно обновляющийся слой обеспечивает доставку к эпителию питательных веществ и газообмен, удаление метаболитов и слущивающихся

эпителиальных клеток. Третий, наружный слой очень тонок (0,004-0,4мкм). Это липидный слой. Липидная часть слезной пленки защищает роговицу от внешних воздействий, в том числе инфекционной природы, препятствует чрезмерному испарению водянистого слоя, а также теплоотдаче с поверхности эпителия роговицы и конъюнктивы. Липидный слой создает гладкую поверхность прекорнеальной пленки, улучшая оптические свойства преломляющей системы глаза.

Гистологически в роговице выделяют пять слоев (рис.4), каждый из которых играет вполне определенную роль.

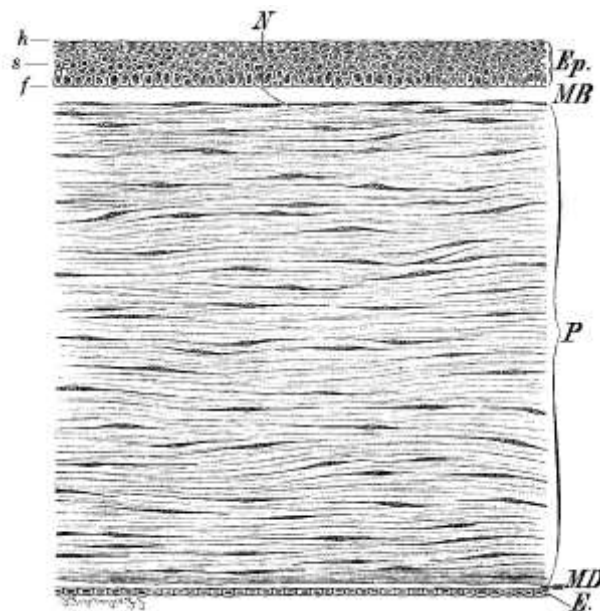


Рис.4. Гистологический срез роговицы.

Ep – эпителий; MB – наружная пограничная (Боуменова) пластинка; P – собственное вещество роговицы; MD – внутренняя пограничная (Десцеметова) пластинка; N – нервный канал; f – базальные призматические клетки; s - шиповидные («крылатые») клетки; h – плоские неороговевающие эпителиальные клетки.

В частности, 5-10-слойный полиморфный роговичный эпителий (*epithelium anterius corneae*) выполняет следующие функции: оптическую («выравнивает» все неровности поверхности), осмотическую (регулирует поступление жидкости в строму), тектоническую (заполняет глубокие дефекты ткани) и дыхательную («захватывает» кислород, растворенный в слезной пленке). Зеркальность – свойство, полностью зависящее от целостности роговичного эпителия. Он образуется из поверхностной эктодермы

зародыша, т.е. эмбриологически представляет дериват эктодермального листка, расположенного над зачатком глазного яблока. Плоский неороговевающий гидрофобный эпителий является по существу продолжением на роговицу конъюнктивы глазного яблока. Этот переход совершается в области лимба. В его образовании участвует и конъюнктив. По периметру лимба оканчивается ее подслизистая ткань, а эпителий принимает правильное расположение и покрывает роговицу спереди, вследствие чего он иногда называется конъюнктивой роговицы. Эпителий защищает роговицу от вредных физико-химических воздействий внешнего мира и вторжения бактерий. Он имеет на протяжении почти всей роговицы одинаковую толщину от 37 до 60 мкм, только по периферии толщина увеличивается до 100 мкм и там он непосредственно переходит в эпителий соединительной оболочки. В центральной зоне эпителий немного утончается. В постнатальном периоде эпителий роговицы утолщается. Толщина эпителия составляет от 10 до 20% толщины роговицы и составляет у человека около 10% веса роговицы. Он обладает правильными ограничивающими плоскостями – передней (которая образует переднюю поверхность роговицы), и задней, которая соприкасается с боуеновой оболочкой.

Правильностью передней поверхности эпителия роговицы объясняется ее блеск, который возможен только при отсутствии повреждения эпителия. Только поверхностные эпителиальные клетки, построены по плоскостному типу. Самым внутренним слоем эпителия является слой отчасти конусообразных, цилиндрических, клеток с блестящей базальной пластинкой, в которых иногда наблюдаются фигуры деления ядра (базальные клетки, f). Эти клетки имеют высоту приблизительно в 18 мкм и ширину 10 мкм. Каждая клетка обращена своей плоской поверхностью (основанием) к боуеновой оболочке, а закругленным концом (головкой) к следующему ряду клеток. Базальный слой располагается на тонкой аргирофильной мембране, связь с которой осуществляется за счет полудесмосом. Связь базального слоя с наружной пограничной мембраной недостаточно прочна и

в патологических условиях наблюдается ограниченная, а иногда и обширная отслойка эпителия от боуменовой оболочки. Ядра слегка овальны (5х7 мкм), располагаются ближе к вершине клетки и направлены своей продольной осью перпендикулярно к поверхности роговицы. Эти клетки эпителия роговицы отличаются значительной величиной и богаты протоплазмой. Протоплазма в них большей частью несколько светлее, чем в клетках следующих рядов. Базальный слой носит название герминативного, т.е. зародышевого, за счет размножения его клеток идет заполнение дефектов эпителия, возникших в патологических условиях. В эпителиальных клетках, в базальных слоях, происходит непрерывный процесс замещения путем деления (митоз). В любой момент в состоянии митоза находится от 5 до 6 тысяч базальных клеток. Общее число клеток двух базальных слоев достигает 1 400 000. Длительность митотического цикла 70 минут, средняя длительность жизни клетки 4-8 недель, а средний период отдыха между митозами 7-10 дней. Клетки делятся в течение всей жизни. Но местами в слое основных клеток встречаются и такие, у которых протоплазма окрашена темнее. Эти клетки одновременно отличаются большей длиной и обладают вогнутыми боковыми поверхностями, их ядро смещено в головку и имеет поперечно-овальную форму. Это те клетки, которые уже начали подниматься в следующий слой. Передвижение эпителиальных клеток к поверхности роговицы сопровождается изменениями клеточных компонентов. Митохондрии уменьшаются в количестве, но сохраняются до поверхностных слоев, в отличие от рибосом и цитоплазматического ретикулума, преобладающего в глубоких слоях.

Затем идет несколько слоев, так называемых крылатых клеток, все более и более уплощающихся по мере удаления от слоя базальных клеток. Если диаметр клеток второго слоя одинаков во всех трех измерениях, то в третьем слое уже замечается начинающееся уплощение, т.е. преобладающим становится размер, параллельный поверхности, причем ядра принимают овальную форму. От взаимного давления на них замечаются фасетки и грани,

а по краям они соединяются друг с другом посредством шиповидных мостиков (шиповидные и крылатые клетки). Ядра их округлы, клетки богаты протоплазмой. Протоплазма их более темная, чем протоплазма клеток основного слоя. Межклеточные мостики хорошо выделяются при отеке роговицы. Самый поверхностный слой состоит из сильно уплощенных, но еще содержащих ядро клеток. Эти клетки очень велики в направлении поверхности (до 46 мкм), но очень тонки и только в области ядра имеют толщину приблизительно в 4 мкм. Это утолщение выдается кзади (по направлению к более глубоким слоям), тогда как передняя поверхность остается ровной. Благодаря этому образуется совершенно правильная передняя поверхность эпителия в целом.

Ядра поверхностных клеток также сильно уплощены (2,5x12 мкм), они окрашиваются слабее, чем ядра в более глубоких слоях, но строение их правильное, и в них нет признаков ороговения (как в эпидермисе). Эпителий роговицы, лишенный чувствительности вследствие механического разрушения его нервных окончаний (например, при эрозиях, инфильтрации эпителия), начинает ороговеть, и роговица теряет прозрачность. Ядра клеток располагаются параллельно поверхности роговицы. Выпуклая поверхность ядра обращена кзади, передняя его сторона уплощена, что наряду с другими условиями – отсутствием ороговения и тонким слоем слезной жидкости на поверхности роговицы – обеспечивает идеальную гладкость поверхности роговицы и ее зеркальный блеск. Поверхностные клетки отрицательно-одноосно-двояко-преломляющие, оптическая ось их перпендикулярна к плоскости. Они слущиваются с поверхности роговицы поодиночке, не теряя при этом ядер и не ороговеяв. На поверхности клетки уплощаются и утрачивают органоиды, но образуют многочисленные микроворсинки, обнаруженные с помощью электронной микроскопии, которые проецируются в слезную жидкость и удерживают ее. Именно поэтому поверхность роговичного эпителия всегда влажная. В конце концов, они смываются слезной жидкостью.

Связь клеток между собой так же, как и в эпидермисе, обуславливается тонофибриллами и межклеточными мостиками. При легком сморщивании клеток мостики между ними натягиваются в виде нитей, и тогда границы клеток получают сходство с лестницами. Совокупность лежащих между этими мостиками пространств образует межклеточную систему каналов или щелей. Система волокон начинается от боуменовой оболочки и доходит до самых верхних слоев эпителия. Эти волокна образуют около ядер клеток густое сплетение в виде корзины, которую ранее принимали за оболочку клетки, и имеют, с одной стороны, связь с волокнами соединительной ткани у лимба, а с другой стороны, вероятно, – с боуменовой оболочкой. Такая же система волокон существует и в эпителии конъюнктивы. Там же, где нет пограничной оболочки, эта система непосредственно связана с подэпителиальной соединительной тканью.

Межклеточные щели выражены яснее всего между основными клетками, по направлению же к поверхности они постепенно исчезают. В этой системе щелей нередко попадают лейкоциты. Они отличаются своим ядром, которое очень хорошо красится, имеет дольчатую форму, или бывает фрагментированным. При нормальных условиях эти клетки лежат непосредственно перед боуменовой оболочкой, между подошвами основных клеток (рис.5; слева от середины).

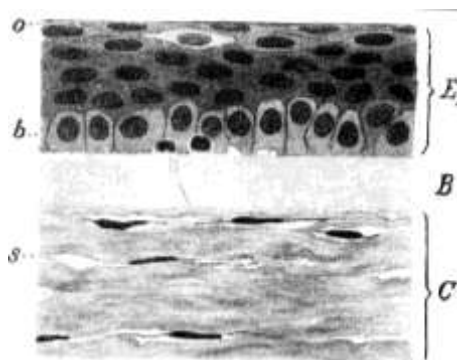


Рис.5. Поверхностные слои роговицы.

При патологических условиях их число увеличивается, и в слои эпителия они проникают дальше. Немногочисленные неэпителиальные клетки представлены лимфоцитами, макрофагами и узкими сильно

окрашивающимися клетками неизвестной функции, иногда называемыми лангергансовыми, полигональными или дендритическими.

Интересные данные о строении слоев роговицы можно получить с помощью методики конфокальной микроскопии. Конфокальная микроскопия является методом исследования роговицы с визуализацией тканей на клеточном и микроструктурном уровне. Степень морфологических изменений клеточных элементов и внеклеточных структур позволяет судить о нарушении их функций, а значит, и о степени повреждения роговицы в целом. Метод является бесконтактным, так как между оптической линзой микроскопа и роговицей находится иммерсионная жидкость.

При конфокальной микроскопии внутренний (базальный) слой эпителия определяется в виде маленьких полигональных плотных клеток без четкого ядра и с яркими границами (рис.6).

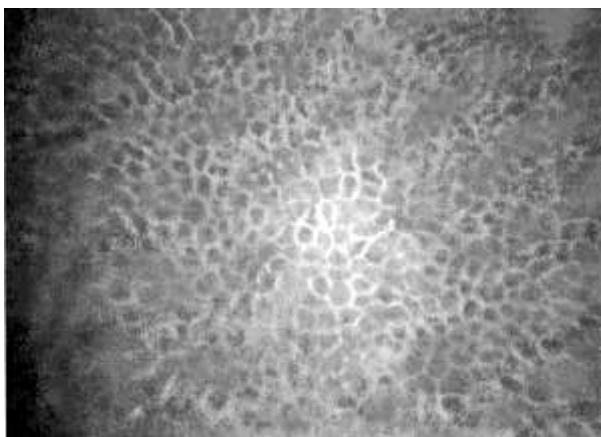


Рис.6. Микроскопическая картина базального слоя переднего эпителия.

Последующие 2-3 слоя представлены шиповидными (крылатыми) клетками с глубокими инвагинациями, в которые встраиваются выросты соседних клеток. Тесный контакт соседних клеток обеспечивает механическую прочность слоя. На микроскопической картине границы клеток достаточно хорошо различимы, ядра могут быть нечеткими или не определяются (рис.7).

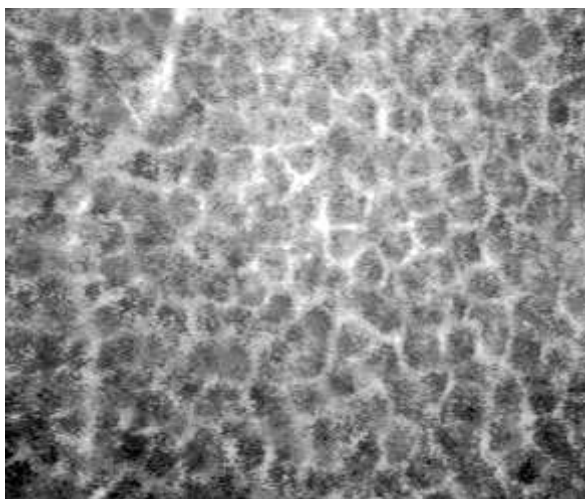


Рис.7. Микроскопическая картина слоя крылатых (шиповидных) эпителиальных клеток.

Поверхностный слой эпителия представлен 1-2 рядами полигональных клеток с четкими границами и гомогенной плотностью. Ядра обычно более плотные, светлые, небольшого размера (что характерно для пикнотического состояния) с перинуклеарным кольцевидным затемнением (рис.8).

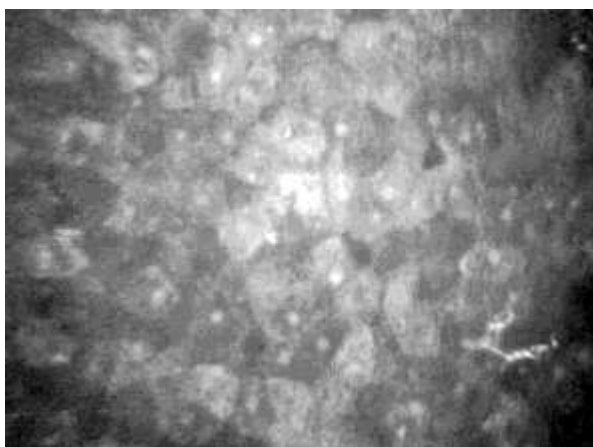


Рис.8. Микроскопическая картина поверхностного слоя плоских клеток эпителия.

Среди клеток поверхностного слоя различаются темные и светлые. Последние имеют пикнотически измененные ядра и обычно возвышаются над общим пластом, что свидетельствует об их начинающейся десквамации. Повышенная отражательная способность эпителиальных клеток является признаком снижения в них уровня метаболизма. Связь эпителия с подлежащей передней пограничной пластинкой довольно слаба, поэтому малейшее касание роговицы каким-либо предметом может вызывать эрозию

эпителия, сопровождающуюся болевым синдромом и являющуюся входными воротами для инфекции. Поэтому так важно соблюдать предельную осторожность при манипуляциях на анестезированном глазном яблоке. Небольшие дефекты (эрозии) заживают путем быстрого замещения новым эпителием. Клинические наблюдения показывают, что даже полное отторжение эпителия роговицы сопровождается быстрым его восстановлением. Иногда с поразительной быстротой, в течение одного-трех дней, роговица полностью покрывается новым слоем эпителиальных клеток; восстановление оголенного эпителия, по-видимому, вначале происходит за счет конъюнктивы. Такая способность эпителия роговицы имеет значение защитных свойств механизма саногенеза – самоизлечения. Но при зиянии ран роговицы это свойство эпителия становится губительным: он быстро проникает через рану в переднюю камеру и, разрастаясь, закупоривает пути оттока в углу передней камеры. Эпителизацию небольшого дефекта клеток можно увидеть даже в трупном глазу в первые часы после смерти, если изолированный глаз поместить в условия термостата.

Эпителизация происходит за счет пластов активизированных клеток края поврежденной области, не сопровождаясь клеточным делением базальных слоев. В базальном слое митоз происходит позднее. Кроме этого обнаружена миграция клеток от места с наивысшей пролиферативной активностью (край роговицы) к месту с минимальной клеточной продукцией (центр роговицы). Миграция происходит во всех клеточных слоях, включая базальный.

Было установлено центростремительное движение трех видов клеток: базальных эпителиальных клеток, базальных нейтральных клеток и клеток *Langerhans*. Сплетение базальных эпителиальных клеток сохраняло относительную стабильную топологию с тенденцией центростремительного движения. Клеточные элементы проникают внутрь эпителиального слоя, продвигаясь вдоль сплетения базальных эпителиоцитов.

Вся поверхность эпителия пронизана нервными окончаниями, главным образом болевыми (цилиарные веточки первой ветви тройничного нерва). Раздражение этих нервных окончаний вызывает рефлекторное моргание (роговичный рефлекс), смыкание век и слезотечение. При этом чувствительность эпителия роговицы настолько велика, что он реагирует не на само инородное тело, попавшее на его поверхность (в таком случае веки играли бы роль капкана для инородных тел), а на ту легчайшую воздушную волну, которая движется впереди летящего инородного тела, как бы мало оно ни было. Именно это свойство роговичного эпителия эффективно защищает глаза от попадания в них инородных тел.

По некоторым данным, передний эпителий имеет базальную мембрану (*lamina basalis*), которая состоит из светлого и темного слоев. Формирование базальной мембраны было изучено на переднем эпителии после извлечения его из глаза. На соответствующих субстратах эпителий способен продуцировать базальную мембрану *in vitro* даже после отделения его от других тканей глаза. Это доказывает, что базальная мембрана служит производным переднего эпителия. Базальная мембрана – тонкая, но жесткая подстилка, играющая важную роль в контроле поведения. Электронно-микроскопические методы показали, что базальная мембрана способна к регенерации. Ее считают шестым слоем роговицы. Этот шестой слой – основная мембрана роговичного эпителия – представляет собой однородную гиалиноподную перепонку до 1/3 толщины боуменовой оболочки. В состав базальной мембраны входят гликопротеиды, гликозаминогликаны и коллаген. Спереди она плотно прилегает к задней поверхности базальных слоев эпителия, а сзади – к боуменовой оболочке. Ей приписывается роль поддержания гладкости передней поверхности роговицы. Возможно, она выполняет также барьерную блокирующую функцию в патологии при проникновении опухолей в строму. Соединительная ткань под эпителием лишена капилляров, питание его осуществляется путем диффузии из слезы. Отсюда понятна высокая

зависимость нормального состояния роговичного эпителия от состава слезы. Кроме того, эпителий может образовывать коллагеновые фибриллы, идентичные строме роговицы. Неклеточный передний слой роговидной стромы, на котором лежит базальная пластинка эпителия роговицы, называется Боуеновой мембраной.

Обе пограничные пластинки (*lam. limitans anterior, s. Membrane Bowmani, s.membrana Reicherti et posterior s. Descemet* – MB, MD – рис.4) бесструктурны. **Передняя пограничная пластинка**, примыкающая к эпителию, за исключением пор представляется однородной, резко отграниченной и сильно преломляющей свет. Она лишена свойств эластических мембран. Кзади она незаметно переходит в собственную ткань роговицы. Бесструктурная при обычном исследовании боуенова оболочка распадается при мацерации на отдельные фибриллы. При тщательном исследовании, при обработке ее марганцовокислым калием, она оказывается состоящей из тех же волоконцев, что и ткань роговицы. По своему развитию и химическим свойствам она является видоизмененной гиалинизированной собственной роговичной тканью и поэтому связана с последней посредством нежных волоконцев. Передняя ее поверхность резко отграничена от эпителия и имеет с его передней поверхностью концентрическую кривизну. Задняя поверхность боуеновой оболочки не имеет на разрезе такой резкой границы, как передняя, так как она сливается с самыми поверхностными пластинками роговичной стромы, от которой ее невозможно отделить. Относясь одинаково к краскам, боуенова оболочка отличается от волокнистых пластинок стромы только своей однородностью. Она может быть рассматриваема как особым образом модифицированный поверхностный слой стромы. При электронно-микроскопическом исследовании в ней обнаруживаются войлокообразные переплетающиеся тонкие коллагеновые фибриллы 25 нм в диаметре. Волокна заключены в протеогликановый матрикс и представляют собой бесклеточный уплотненный слой передней стромы.

Поскольку боуменова мембрана является прозрачной структурой и не отражает свет, в норме при конфокальной микроскопии ее визуализация невозможна.

В качестве особенности боуменовой оболочки отмечают хорошую ее сопротивляемость к травматическим воздействиям, и поэтому эта оболочка иногда называется передней эластической мембраной роговицы. Передняя пограничная пластинка неустойчива к инфекции. Изменения ее выражаются в образовании складок, имеющих вид нежных, белесоватых полос разнообразной величины и формы. Следует отметить, что рассматриваемый слой роговицы не способен к восстановлению своей целостности после разрушения. Боуменова оболочка не регенерирует и замещается волокнистой тканью, оставляя нежные облачковидные помутнения.

Относясь одинаково к краскам, Боуменова оболочка отличается от волокнистых пластинок стромы только своей однородностью. При обычной окраске она представляется гомогенной, передняя поверхность отличается гладкостью. В патологических условиях можно наблюдать расщепление наружной пограничной мембраны на две пластинки.

Единственной структурной деталью Боуменовой оболочки, и притом не всегда распознаваемой на срезе, являются каналцы, предназначенные для прохождения нервов роговицы. Одни из них располагаются под углом к плоскости, другие — прямо перпендикулярно. Их можно заметить по исключительно тонким контурам. Каждой поре соответствуют два, взаимно параллельных, но не точно перпендикулярных к поверхности контура. Вдоль проходящих в каналцах нервных веточек, при патологических процессах в роговице, из стромы в передний эпителий проникают лейкоциты и отечная жидкость.

Наружная пограничная мембрана имеет равномерную толщину 6-25 мкм, к периферии роговицы истончается и оканчивается, не доходя до края роговой оболочки 1-1,5 мм у лимба на уровне конъюнктивального эпителия

резким заостренным краем. У новорожденного она имеет такую же толщину, как и у взрослого.

Боуменова оболочка присутствует только в роговице человека и обезьян.

Собственное вещество роговицы (*substantia propria* – Р – рис.4) составляет главную массу роговицы. Приблизительно 80-90% всей толщины роговицы относится к этому слою. Толщина стромы роговицы составляет 0,5 мм. Она состоит из клеточного и внеклеточного компонентов. На разрезе, проведенном перпендикулярно к поверхности, на первый план выступает та особенность, что тканевые щели (в которые заключены ядра) не сообщаются между собой и сплошь проходят параллельно поверхности. Эта картина имеет место на каждом разрезе, независимо от его направления, лишь бы он был перпендикулярен к поверхности. Уже из одного этого можно вывести заключение, что вещество роговицы состоит из пластинок параллельных поверхности. Пластины (ламеллы) имеют толщину 1,5-2,5 мкм и располагаются друг над другом в количестве до 200. Число пластинчатых образований больше на периферии роговицы и меньше в ее центре.

Таким образом, собственное вещество представлено упорядоченно расположенными (параллельно ее поверхности) пластинками и роговичными клетками, находящимися в промежутках между ними. Эти пластинки образуют на срезе подобие квазикристаллической структуры. Там, где между пластинками нет клеток, они довольно тесно спаяны между собой по плоскости. Там, где лежат клетки, пластинки отделяются друг от друга и от клеток, таким образом, возникают уже упомянутые щели.

Соседние щели не лежат на одном уровне. Если проследить в целом группу пластинок, заключенную между двумя лежащими друг над другом щелями, то становится заметным, как эта группа расщепляется, и как ее составные части входят в связь с другими группами пластинок. В свою очередь, каждая пластинка состоит из коллагеновых фибрилл, очень тонких, «склеенных» в единое целое так называемой межуточной субстанцией.

Составным элементом фибрилл является коллаген – тканесоединяющий протеин, который играет роль цементирующего вещества между фибриллами.

Кроме коллагена в роговице содержится мукоид, или полисахаридно-протеиновый комплекс. Мукоид, как гель, заполняет узкие пространства между пластинами и, проникая в пучки тонких фибрилл, по-видимому, играет связывающую роль в образовании мицелл. Основное вещество роговицы состоит из углеводно-белковых комплексов (протеогликанов и гликопротеинов). Он содержит сернистую соль сульфоглиалуриновой кислоты и обеспечивает прозрачность основного вещества роговицы. Мукоидный цемент имеет одинаковый коэффициент преломления с волокнами роговичных пластин. Это важный фактор, обеспечивающий прозрачность роговицы.

В передних слоях роговицы пучки фибрилл тоньше и пронизываются в косом, иногда в почти перпендикулярном направлении группами фибрилл из более глубоких слоев. Пластинки располагаются горизонтальными слоями на всю глубину стромы, отдавая вверх и вниз многочисленные тканевые анастомозы, которые не мешают, однако, выкраивать в ней при необходимости послойные трансплантаты нужной толщины. Пластинчатое строение роговицы более выражено в глубоких ее слоях. Специальная окраска на эластин обнаруживает, что строма роговицы пронизана многочисленными эластическими волокнами, идущими главным образом по направлению пластинок роговицы. Они лежат между пластинками и образуют сеть с ромбовидными петлями (перифасцикулярные сети), и иногда с перепончатыми расширениями в узловых точках. Непосредственно перед внутренней пограничной пластинкой лежит особенно плотный слой эластических волокон, который иногда называют эластической пластинкой роговицы.

Длина пластинок, т.е. протяжение по направлению фибрилл, захватывает всю роговицу. Следовательно, мы должны себе представить

пластинки, как широкие и тонкие ленты, которые перекрещиваются под большими (приблизительно 90°) углами и переплетаются под очень малыми углами наклона, так что очень незначительно отклоняются от направления, параллельного поверхности (рис.9).

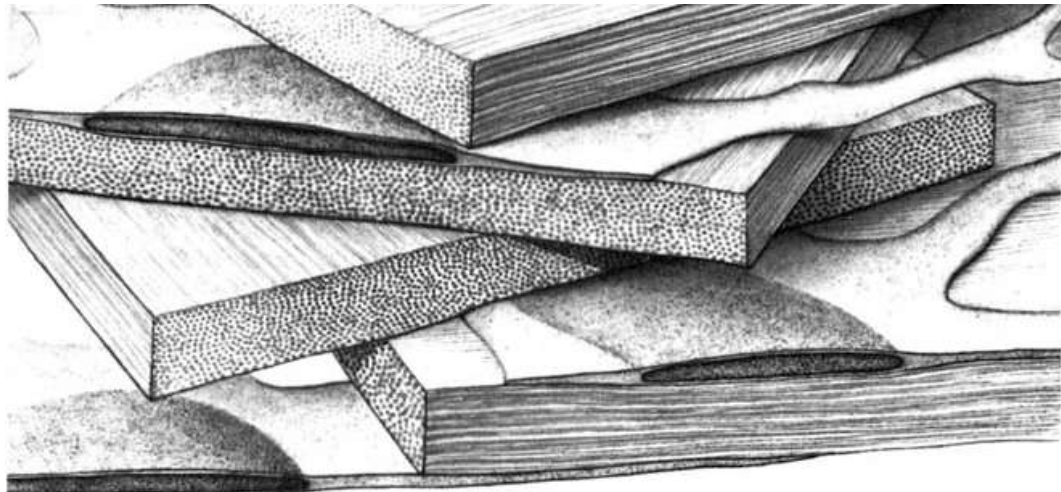


Рис.9. Ориентация ламелл в роговице.

Коллагеновые волокна ориентированы крестообразно, как бы исходя из тех волокон склеры, которые тянутся к лимбу от мест прикрепления прямых мышц глаза. Таким образом, меридиональные разрезы роговицы менее всего склонны к зиянию не в «косых» меридианах, а в секторах 3, 6, 9 и 12 часов, а параллельные лимбу разрезы как раз в этих зонах склонны к зиянию более всего (и к формированию роговичного астигматизма). Коллагеновое волокно роговицы человека имеет диаметр 31 нм с промежутками между отдельными волокнами в 55 нм. Такая структура обеспечивает прочность роговицы. Каждый офтальмохирург знает, что сделать прокол в роговице не очень острым лезвием достаточно трудно или даже невозможно. Вместе с тем инородные тела, отлетающие с большой скоростью, пробивают ее насквозь.

В зоне сквозных ранений (разрезов) роговицы выраженность отека краев повреждения, а, следовательно, и толщина неравномерны. Сильнее отекает тот край, который ближе расположен к центру.

Вместе с тем, при дозированной хирургической травме (операция факоэмульсификации и пр.) небольшие разрезы (проколы) роговицы быстро самогерметизируются.

При вовлечении в патологический процесс непосредственно роговицы нарушается прочная связь между внутренними слоями стромы, и формируются щелевидные пространства, заполненные жидким содержимым. В случае необходимости в эти полости возможно введение лекарственных препаратов в достаточно большом объеме.

В передних слоях роговицы щели короче и отклонения от параллельного поверхности направления значительней, чем в задних слоях. Пластинки спереди уже и переплетаются между собой чаще, чем сзади. Все же нож хирурга при введении его в роговицу может проходить известное расстояние в определенном слое, не проникая в соседние слои. Из клинической практики также известно, что при некоторых процессах (например, паренхиматозном кератите) инфильтрация и новообразованные сосуды располагаются обычно на определенном уровне между пластинками, не переходя из одного слоя в другой.

Имеются структурные различия между передней и двумя задними третями стромы. Передняя треть роговицы более сложна по своему строению и более устойчива, так как поверхностные пучки волокон перекрещиваются под определенным углом, и это обеспечивает большую компактность роговицы, от чего зависит постоянство ее кривизны.

Более глубокие роговичные пластины, напротив, приближаются по своей структуре к истинно ламеллярному строению. Возможно, этим объясняется то, что при наличии отека роговицы выбухание ее в большей степени направлено в сторону задней поверхности.

Большая толщина периферических частей роговицы определяется большим количеством пластинок, и это относится только к задним слоям. Если проследить эти слои от периферии к центру, то можно видеть, как какая-нибудь из самых задних (прилегающих к десцеметовой оболочке)

пластинок начинает становиться по направлению к центру все тоньше и, наконец, исчезает.

Между пластинками располагаются так называемые тельца роговой оболочки (так называемые фиксированные клетки), а также немногочисленные одноядерные блуждающие клетки. Тельца роговой оболочки (рис.10) – это плоские клетки с мелкозернистой протоплазмой и очень неправильными, бледно окрашивающимися ядрами, содержащими множество ядрышек.

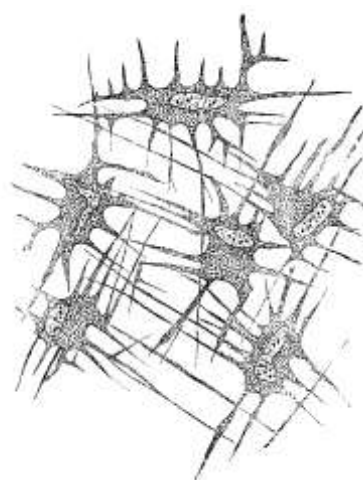


Рис.10. Тельца роговой оболочки (по V.Ebner).

Клеточные элементы – кератоциты – составляют примерно 5% всего вещества роговицы. Фиксированные клетки лежат в щелях стромы и соответственно этому, представляют собой плоские параллельные поверхности элементы. Роговичные тельца представляют собой дифференцированные фиброциты. Тело клетки состоит из ядерной мембраны, которая, как показывает это поперечный разрез, утолщается до заметных размеров только в области ядра. Клетки соединяются друг с другом посредством многочисленных отростков, идущих отчасти параллельно, отчасти перпендикулярно к пластинкам, вследствие чего на препаратах, окрашенных золотом, получается красивый сетчатый рисунок.

Роговичные клетки за счет протоплазматических отростков образуют своеобразный межпластинчатый синцитий неуловимой толщины (рис.11). Обладая выраженной регенеративной способностью, они принимают активное участие в заживлении ран роговицы. При патологических состояниях роговицы они делаются подвижными, размножаются и наряду с мигрировавшими в роговую оболочку элементами участвуют в воспалительных реакциях и в процессе заживления ран.

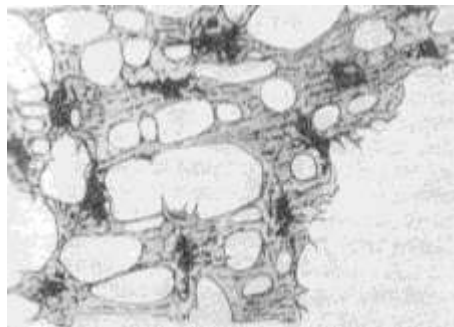


Рис.11. Роговичные клетки, лежащие среди основного вещества.

Ядра клеток роговицы сильно сплюснены, их толщина равна только 2 мкм или даже меньше. На разрезе они кажутся очень узкими, вытянутыми в длину, и резко окрашенными. При рассматривании с плоскости они представляются слабоокрашенными, а форма их бывает очень разнообразной. Они могут быть с тупыми углами, дольчатые, могут иметь форму почки или быть вытянутыми в длину. Круглые формы ядер имеют диаметр приблизительно в 12 мкм, а вытянутые достигают в длину 27 мкм. Ядро имеет очень нежный и тонкопетлистый хроматиновый остов и 1-3 очень маленьких ядрышка, окруженных пространством, бедным хроматином. Собственная ткань роговицы новорожденных гораздо богаче ядрами.

Каждая клетка имеет вблизи от ядра микроцентр в виде, двух центральных телец, которые соединены мостиком, но доказать присутствие лучистого распределения протоплазмы вокруг этого микроцентра не удалось.

Аморфное межклеточное вещество богато креатин-сульфатом и гиалуроновой кислотой, обуславливающими ее прозрачность. Гиалуроновая кислота обуславливает содержание воды в роговице.

Блуждающие клетки представляют собою эмигрировавшие из перикорнеальных сосудов лейкоциты со светлым или слегка зернистым телом и с сильно красящимся дольчатым или фрагментированным ядром (рис. 12; w). Их форма соотнобразуется с тем пространством, которое находится в распоряжении клетки; в щелях они сдавлены, внутри пластинок они соответственно направлению пучков вытянуты в виде длинных веретен.



Рис.12. Блуждающие клетки.

Количество их быстро увеличивается в очаге воспаления. Предполагается, что они подобно кератобластам играют защитную и главным образом репаративную роль при повреждениях стромы. Блуждающие клетки в процессе восстановления повреждений стромы могут превращаться в кератобласты и оседать как роговичные тельца. Этим, по-видимому, объясняется стойкое прикрепление диска пересаженной роговицы, которое достигается, прежде всего, миграцией и последующим оседанием роговичных телец у срезанного края роговицы реципиента и распространением отростков в ткань донора. Дефекты собственного слоя роговицы восстанавливаются за счет пролиферации клеток основного

вещества, но этот процесс идет по типу образования обычной рубцовой ткани с утерей прозрачности.

Прозрачность экстрацеллюлярного матрикса создает черный или темно-серый фон при конфокальной микроскопии, а ядра кератоцитов имеют вид ярких, неправильной овальной формы тел. Длинный диаметр ядра обычно соответствует направлению соответствующей стромальной пластины, и по количеству разнонаправленных ядер можно судить о количестве пластин в срезе.

Поскольку структура стромы имеет некоторые топографические особенности, условно можно выделить несколько слоев: передний, переднесредний, средний и задний, различающихся по плотности клеточных элементов, их форме и ориентации. Такое деление целесообразно также для определения локализации возможных патологических изменений. Средняя плотность кератоцитов прогрессивно уменьшается от передней (100%) к задней строме (53,7%).

В передней строме ядра кератоцитов имеют в основном овальную бобовидную форму, а в задней преобладают более вытянутые, неправильной формы, с более упорядоченной ориентацией (рис. 13, 14).



Рис.13. Микроскопическая картина передней стромы.



Рис.14. Микроскопическая картина задней стромы.

Кроме того, ядра кератоцитов могут отличаться по яркости. Различная способность отражать свет зависит от их метаболического состояния. Более яркие клетки принято считать активированными кератоцитами. Их можно обнаружить и в здоровых роговицах — это «стрессовые» клетки, их деятельность направлена на поддержание внутреннего гомеостаза роговицы. В норме в поле зрения встречаются единичные активированные клетки (рис. 15).

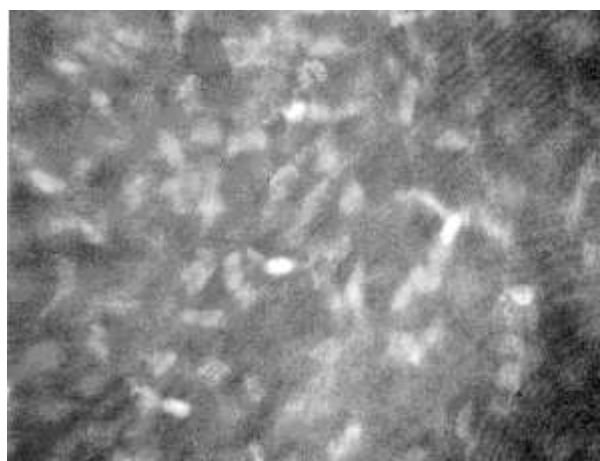


Рис.15. Активированные кератоциты в средней строме.

Нервные ветви в передней строме роговицы визуализировались в виде более крупных ярких рефлектирующих гомогенных полос, нередко образующих бифуркации. В результате последовательных дихотомических

делений формируется претерминальное сплетение в собственном веществе роговицы (рис.16).



Рис.16. Дихотомическое деление нервных волокон стромального сплетения.

Дефекты основного вещества роговицы восстанавливаются за счет пролиферации стойких клеток роговицы, но уже по типу обычной, рубцовой ткани, т. е. она не может сохранить прозрачность.

Задняя пограничная пластинка (т.е. десцеметова оболочка) представляет собою типическую эластическую стекловидную оболочку (рис.17, 4).

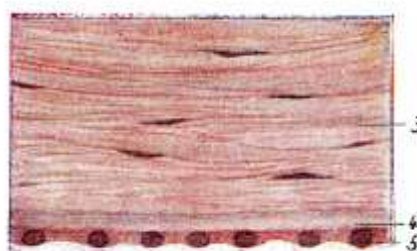


Рис.17. Задние слои роговицы.

3 – задние слои стромы; 4 – десцеметова оболочка; 5 – эндотелий.

Этим термином обычно обозначают сильно преломляющие свет, бесструктурные (гомогенные) иногда неясно пластинчатые оболочки, очень крепкие и эластичные. Гомогенность их выражается в том, что даже при

самом сильном увеличении при рассматривании с плоскости в них нельзя обнаружить ни исчерченности, ни сетчатого строения; а также и в том, что края разрыва или излома бывают неправильно закруглены или слегка зубчаты. Иногда край разрыва имеет вид ступенек, что указывает на то, что ткань состоит из отдельных пластинок. То же самое иногда можно заметить и по неравномерной окраске различных слоев. По своим тинкториальным свойствам внутренняя пограничная мембрана похожа на капсулу хрусталика и стекловидную пластинку хориоидеи. Она дает те же реакции, как и капсула хрусталика. Десцеметова мембрана является базальной мембраной, продуктом деятельности заднего эпителия роговицы и состоит в основном из переплетающихся коротких фибрилл коллагена. Она также отличается высокой эластичностью, прочностью и устойчивостью к действию повреждающих факторов. Прочность ее выражается в устойчивости по отношению к химическим веществам, а в патологических случаях и в устойчивости по отношению к гистолитическому действию гнойного экссудата. Она важна как защитный барьер от врастания кровеносных сосудов. У новорожденных задняя пограничная пластинка более нежная, нежели у взрослых.

В результате этих ее способностей в клинике кератитов возникает ряд интересных феноменов.

Так, в результате отека стромы роговицы при глубоких кератитах десцеметова оболочка собирается в складки, образуя фигуру решетки, называемую в клинике десцеметитом.

Резистентность десцеметовой оболочки к бактериальным ферментам приводит при запущенных язвах роговицы к интересной клинической картине: инфекция разъедает строму роговицы до десцеметовой оболочки и останавливается. Но обнаженная десцеметова оболочка под действием внутриглазного давления начинает выбухать вперед и даже может возвышаться над поверхностью роговицы в виде пузыря (десцеметоцеле или так называемый симптом глазка – рис.18).



Рис. 18. ОКТ-изображение: клапанная перфорация роговицы (показана стрелкой) (Visante ОСТ, Карл Цейсс), правее стрелки видна зона локального выпячивания десцеметовой мембраны.

Такое состояние является экстренным показанием к лечебной кератопластике, так как малейшее сотрясение глаза может вызвать перфорацию десцеметоцеле, истечение камерной влаги и проникновение инфекции внутрь глазного яблока.

Что касается эластичности, то она проявляется только в том, что подобно часовой пружине стремятся сохранить собственную форму. Эта свойственная ей форма представляет изгиб, как раз, противоположный той кривизне, которую оболочка имеет *in situ*, т. е. стекловидная оболочка стремится закрутиться (в обратную сторону – рис.19,20). Кроме того, оболочка *in situ* находятся обыкновенно в известном напряжении, так что раны ее, хотя и не сильно, но явственно зияют. При отеках роговицы эластические свойства позволяют ей изгибаться и складываться в виде завитков. С точки зрения развития десцеметова оболочка является кутикулярным образованием, которое представляет собой распределяющиеся по плоскости продукты выделения клеточного слоя на его основании, т. е. на стороне, обращенной к соединительной ткани. Создается впечатление, что она является секретом клеток стромы и эндотелия.

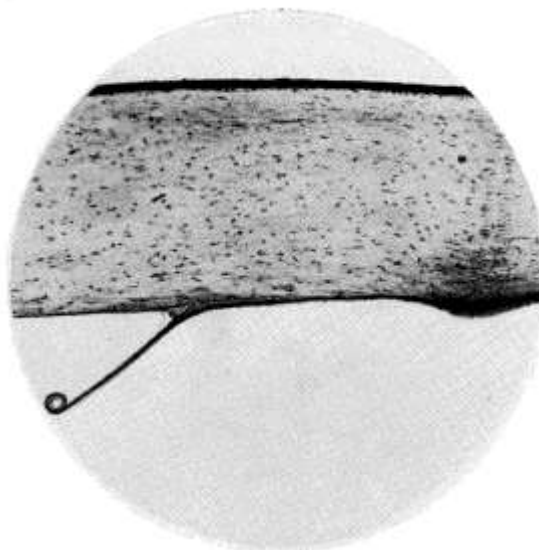


Рис.19. Закручивание краев десцеметовой оболочки в месте разрыва.



Рис.20. В результате травмы закручивание десцеметовой оболочки.

Десцеметова оболочка состоит из двух слоев: наружного – эластического – и внутреннего – кутикулярного и является производным клеток эндотелия, его кутикулы, что доказано гистохимическими методами.

Внутренняя пограничная мембрана рыхло соединена с основной тканью роговицы. Она довольно легко отделяется от стромы роговицы, и соответственно этому на разрезе получаются два одинаково ясных и резких контура (такое отделение происходит при патологических процессах в

роговице). К краскам она относится совершенно иначе, чем строма роговицы. Уже при окраске эозином заметна некоторая разница, еще яснее она становится при окраске по ван Гизону: основное вещество оказывается при этом темно-фуксиново-красным, десцеметова же оболочка принимает розово-красный цвет, доходящий до оранжево-желтого (смотря по степени дифференцирования). Наиболее же резкая разница получается при окраске на эластические волокна: тогда основное вещество оказывается бесцветным, а десцеметова оболочка сильно окрашивается в коричневый или фиолетовый цвет, но эта окраска далеко не так интенсивна, как у эластических волокон или у интимы артерий.

Из-за своей прозрачности десцеметова оболочка в норме не визуализируется при конфокальной микроскопии.

Внутренняя пограничная мембрана состоит из сложного белка и углеводов.

Между десцеметовой и боуеновой оболочками существует большое различие, и название *lamina elastica posterior* гораздо больше подходит к десцеметовой оболочке, чем *lamina elastica anterior* к боуеновой.

В патологических случаях это различие выступает не менее ясно. При повреждениях боуеновой оболочки нельзя заметить ни малейшего следа регенерации, между тем, как места повреждений десцеметовой оболочки через некоторое время покрываются новой стекловидной оболочкой. При сквозном пересечении роговицы эластичная задняя пограничная пластинка сокращается и отходит от краев разреза. При сопоставлении раневых поверхностей края десцеметовой оболочки не соприкасаются, поэтому восстановление целостности мембраны задерживается на несколько месяцев. От этого зависит прочность роговичного рубца в целом.

Толщина десцеметовой оболочки даже в пожилом возрасте достигает 20-30 мкм (у новорожденных 2-3 мкм). Она относится к разряду довольно прочных тканей. Будучи толщиной около 0,5-10 мкм посередине и около 8-20 мкм по краям, она теряется на краю роговицы, на уровне гребенчатой связки

в виде тончайших волокон. Во время грубых манипуляций со стороны передней камеры десцеметова оболочка нередко разрывается на протяжении нескольких миллиметров. При разрывах она пружинит и скатывается на протяжении 1 мм по обе стороны от раны в рулончики. Эти «трубочки», как правило, не опасны. Лишь при значительной длине их концы могут давить на задний эпителий, вызывая его хроническую травматизацию. Непосредственно около утолщенного края на внутренней поверхности у взрослых и, особенно у стариков обыкновенно выступают округлые, бородавчатые выросты – тельца Гассаль-Генле (рис.21; w).

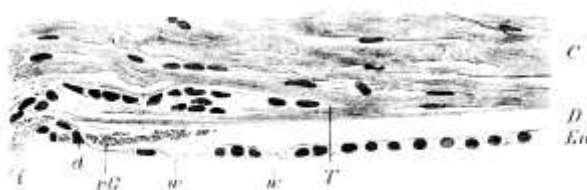


Рис.21. Край внутренней пограничной пластинки.

Они представляют собой резко отграниченные полушаровидные или полуэллипсовидные выступы, пространство между которыми остается совершенно ровным. Ширина бородавчатого пояса (рис.22, w-d) увеличивается с возрастом, равно как и толщина всей оболочки.

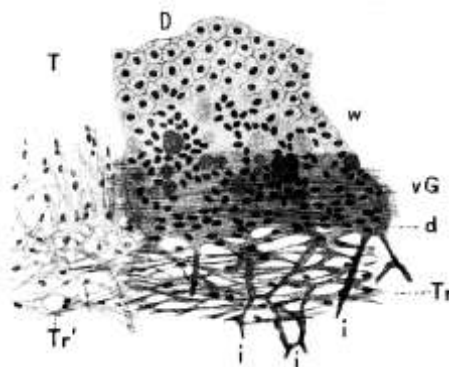


Рис.22. Бородавчатый пояс роговицы.

У лимба десцеметова оболочка резко истончается. При детальном микроскопическом изучении выявляется, что она у лимба не оканчивается, а

разволокняясь, переходит на трабекулярный аппарат, одевая снаружи каждое волокно трабекулы и образуя гомогенный футляр вокруг остова каждого волокна. Задняя пограничная пластинка начинается в зоне переднего пограничного кольца Швальбе, соответствующей передней границе фильтрующих участков угла передней камеры. Поскольку основание передней камеры имеет форму почти правильного круга, то и переднее пограничное кольцо Швальбе, и край задней пограничной пластинки – тоже почти правильные окружности (диаметром около 12 мм).

При электронно-микроскопическом исследовании в задней пограничной пластинке обнаруживаются коллагеновые фибриллы длиной около 10 нм и толщиной 10 нм, расположенные в двух плоскостях. Коллагены образуют сетеподобные структуры. В месте их стыка образуются своеобразные шестиугольные узелки.

Задний эпителий (*epithelium poisterius* – E) (раньше его называли эндотелий или десцеметов эпителий, хотя название эндотелий широко используется и поныне) выполняет функцию осмотической мембраны и защищает гидрофильную строму от пропитывания камерной влагой. Задний эпителий активно участвует в транспорте веществ между водянистой влагой глаза и собственным веществом роговицы. Он отвечает за прозрачность роговицы и участвует в ее питании. Является продолжением переднего эндотелия радужки. Клетки заднего эпителия при повреждении способны к регенерации. С его повреждением связаны процессы имбибиции и отеков роговицы. Задний эпителий представляет собой насос двойного действия, обеспечивающий насасывание и откачивание различных растворимых веществ из роговицы, и является своего рода барьером. Он отвечает за то, чтобы лишняя жидкость не скапливалась в роговице (иначе произойдет ее отек). Таким образом, эндотелий поддерживает прозрачность роговицы. Обладая активной способностью к размножению клеток, эндотелий имеет склонность окружать обрывки тканей или другие продукты, с которыми он входит в соприкосновение. Он может обволакивать пигментные или другие

органические частицы, прикрепившиеся к поверхности роговицы. При дефектах десцеметовой оболочки он создает пролифераты и закрывает дефект. Его часто находят вторгнувшимся в передние сращения радужки. Этот слой состоит из одного ряда (500 000) низких эндотелиальных призматических шестиугольных клеток толщиной 4,0-6,7 мкм и шириной 18-20 мкм. Клетки богаты протоплазмой и ядра их полностью в нее погружены. Клетки на разрезе оказываются почти прямоугольными, обладают слегка овальными, невыступающими ядрами Протоплазма бывает грубо зернистой, или же в ней встречаются вакуоли. Границы отдельных клеток иногда имеют косое направление или представляются изогнутыми. Клетки соединены между собой посредством склеивающего вещества и межклеточных мостиков, что обеспечивает избирательную проницаемость. Они тесно прилежат друг к другу. При осмотре с плоскости клетки напоминают рисунок плиточного пола (рис.23). Ось клеток расположена параллельно поверхности роговицы.

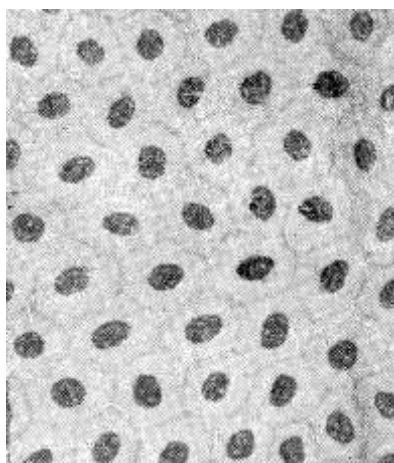


Рис.23. Эндотелий роговицы в виде шестиугольных, тесно друг к другу прилежащих клеток с округлыми ядрами (плоскостной срез).

При рассматривании с плоскости ядра кажутся круглыми (7 мкм) и довольно правильно расположенными, так что клетки в большинстве имеют кругловато шестиугольную форму. Если рассматривать этот слой клеток только с точки зрения морфологии, то он скорее похож на эпителий, чем на

эндотелий, но на основании истории развития его следует признать эндотелием.

Эмбриологически он происходит из клеток прилегающей к главному бокалу мезенхимы.

Клетки эндотелия прикрепляются к базальной мембране с помощью цитоплазматических выростов. Тонкие отростки позволяют клеткам растягиваться и сокращаться при перепадах внутриглазного давления, оставаясь на своих местах. При этом тела клеток не теряют контакт друг с другом.

В таком виде эндотелий покрывает почти всю внутреннюю поверхность десцеметовой оболочки. Только в области бородавчатой зоны он принимает другой вид, который особенно ясно выступает при рассмотрении с плоскости. Границы клеток исчезают совершенно, зернистость протоплазмы также, ядра становятся несколько крупнее, принимают овальную форму и вдвигаются в промежутки между бородавками. В результате этого вдвигания получается неравномерное распределение ядер. Высота клеток также уменьшается, в особенности над бородавками (рис.22), где остается заметным только совсем тонкий, едва различимый покров из протоплазмы. На периферии роговицы эндотелий переходит непосредственно на волокна трабекулярной сети, образуя наружный покров каждого трабекулярного волокна, причем клетки эндотелия уплощаются и вытягиваются в длину по оси трабекулярных волокон. Существует мнение, что это клетки глиального происхождения. Они не обмениваются, поэтому их можно назвать долгожителями. В углу передней камеры глаза задний эпителиальный слой роговицы переходит на переднюю поверхность радужки.

При электронно-микроскопическом исследовании установлено, что задний эпителий состоит из полигональных клеток, содержащих многочисленные органоиды – митохондриями, эндоплазматическим

ретикулумом, тельцами Гольджи и т. д., что характерно для клеток с высоким метаболизмом. Ядра клеток отличаются многообразием форм.

Применяя метод зеркальной микроскопии, можно проводить прижизненное исследование заднего эпителия роговицы. При этом определяют форму и расположение эпителиальных клеток. Количественный метод позволяет установить число клеток на единицу площади. Клетки заднего эпителия роговицы человека в обычных условиях не способны к полноценной регенерации. Замещение дефектов происходит путем смыкания соседних клеток, при этом они растягиваются, увеличиваются в размерах. Такой процесс замещения не может быть бесконечным. У лиц в возрасте старше 60 лет количество эндотелиальных клеток уменьшается, но они увеличиваются в размерах, нарастает их полиморфизм. Количество клеток в 1 мм^2 заднего эпителия роговицы у здоровых уменьшается с 3500-3700 (в возрасте 16 лет) до 1500-2330 (в возрасте 80 лет). Эндотелий регенерирует гораздо хуже эпителия. Поскольку клетки не способны возобновляться, любое серьезное повреждение не может быть скомпенсировано, и приводит к необратимому отеку и непрозрачности. Постоянные клеточные контакты скрепляют клетки в эпителиальном клеточном слое таким образом, что предотвращается перетекание даже малых молекул с одной стороны слоя на другую. Латеральная подвижность многих мембранных белков ограничена. Ограничение подвижности достигается с помощью барьеров, образованных при участии плотных контактов. Сохранность заднего эпителия имеет большое значение для нормального состояния роговицы. Существенное уменьшение количества клеток заднего эпителия роговицы происходит в результате воспалительного процесса, травмы глазного яблока, нарушения метаболизма. Снижение плотности этих клеток может происходить из-за различных заболеваний, травм, операций, перенашивания контактных линз и т.д. При любом хирургическом вмешательстве со вскрытием передней камеры какая-то часть этих клеток повреждается (струей жидкости, вводимой в переднюю камеру, кончиками инструментов контактирующих с

задним эпителием и т. д.). Небольшие дефекты «затягиваются» за счет уплощения и раздвигания этих клеточных элементов (но не за счет их размножения). Нормальная функция эндотелия нарушается. При плотности ниже 800 клеток на мм² роговица становится отечной и теряет свою прозрачность. В результате изменяется водный баланс в роговице и, как следствие, развивается тяжелейшее осложнение – эпителиально-эндотелиальная дистрофия. В последние годы появились сообщения о том, что в особых условиях (развитие внутриглазных опухолей, грубое нарушение питания тканей) можно обнаружить истинное деление единичных клеток заднего эпителия роговицы на периферии.

При конфокальной микроскопии ядра клеток, как правило, не определяются. Сама поверхность эндотелиоцита равномерно светлая на фоне четких темных межклеточных границ (рис.24).

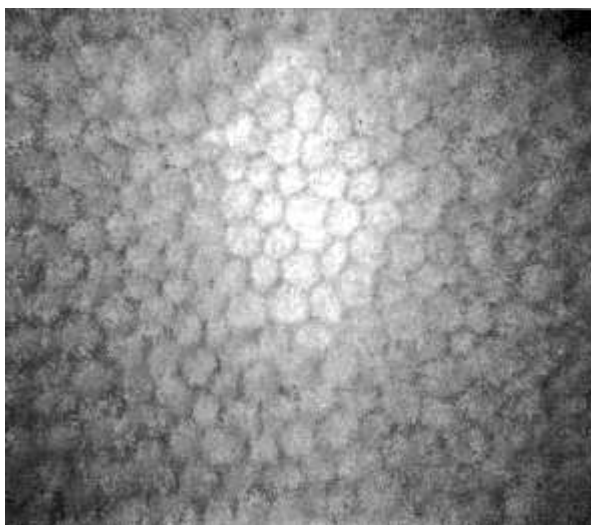


Рис.24. Микроскопическая картина заднего эпителия роговицы.

Изменения заднего эпителия роговицы выражаются ее отеком. Повреждение эндотелия приводит к проникновению влаги передней камеры в роговицу, нарушению ее питания и помутнению. Эндотелий роговицы выполняет функцию барьера, не пропускающего влагу передней камеры. При нарушении этой функции поступающая в роговицу влага отслаивает эпителий, буллезные изменения которого вызывают светобоязнь и

постоянное раздражение глаза. Появление даже небольших промежутков между клетками приводит к отеку роговицы и снижению ее прозрачности.

Эндотелий, равно как и строма с десцеметовой оболочкой образуются из мезодермы на ранних стадиях развития глаза зародыша. Как только пузырек хрусталика отшнуровывается от поверхностной эктодермы, одинарный слой клеток мезодермы распространяется от края глазного бокала, выстилая внутреннюю поверхность эктодермы и образуя при этом эндотелий десцемета. Между ним и эктодермой в дальнейшем вырастают мезодермальные клетки, которые образуют коллагеновые волокна, составляющие строму. У человеческого зародыша длиной 20 мм коллаген уже распознается гистологически. Создается впечатление, что у человека десцеметова оболочка секретируется клетками эндотелия. Она химически отличается от коллагена тем, что содержит около 10% углеводов и по природе своей скорее аморфна.

Роговица обладает тремя видами чувствительности: тактильной, болевой и температурной, пороги которых не совпадают. Наиболее низок он у тактильного восприятия и очень высок у температурного. Она является одной из самых высокочувствительных тканей человеческого тела. До 3 месячного возраста чувствительность роговицы отсутствует. Считается, что у голубоглазых чувствительность роговицы в 2 раза выше, чем у кареглазых и в 4 раза выше, чем у черноглазых людей.

В веществе самой роговицы совершенно нет сосудов, но в противоположность этому имеется хорошо развитый **нервный аппарат**, который распространяется не только в основном веществе роговицы, но также и в боуменовой оболочке, и в эпителии. Чувствительные нервы она получает из системы двух длинных цилиарных нервов. В состав ресничных нервов входят чувствительные волокна носоресничного нерва, парасимпатические волокна глазодвигательного нерва и симпатические волокна сплетения внутренней сонной артерии. Длинные цилиарные нервы состоят из 60-80 пучков нервных волокон, представляют ветви назо-

цилиарного нерва, отходящего в орбите от первой ветви тройничного нерва *n. ophthalmicus*. Около 50 нервных пучков имеют от 15 до 20 аксонов, остальные – менее 15. Они проходят непосредственно к главному яблоку, не заходя в цилиарный узел, и у заднего полюса глаза вместе с короткими цилиарными нервами и сосудами прободают склеру вокруг зрительного нерва и направляются в супрахориоидальном пространстве к переднему отделу глаза. Проникая сквозь склеру, на расстоянии 2-4 мм от лимба, по окружности роговицы волокна образуют перилимбальное нервное сплетение. Некоторые из пучков нервных волокон направляются в склеральную ткань. Отчасти в иннервации роговицы участвуют и периваскулярные нервные сплетения лимба. От этого сплетения нити направляются к конъюнктиве, пронизывая в косом направлении склеру, соединяются здесь с собственными нервами конъюнктивы и достигают передних слоев роговицы. От 40 до 80 нервных стволиков вступают на периферии в роговицу. На периферии роговицы длинные цилиарные нервы проникают в ее толщу, в средние ее слои. Сплетение состоит из мягкотных и безмякотных волокон. Спереди лежат более тонкие, сзади – более толстые. Мякотные волокна теряют свою мякоть на расстоянии 0,3-0,5 мм от края роговицы; при окончании мягкотных оболочек они отдают безмякотные волокна, которые тотчас распадаются на более тонкие фибриллы (рис.25). Нервные стволики входят в роговицу, покрытые миелиновой оболочкой, но она покрывает их не сплошь, а оставляет свободные промежутки по ходу ствола. При биомикроскопии миелиновые отрезки нервных волокон выглядят в виде тонких белых нитей. Безмиелиновая часть имеет серый оттенок. Нервы роговицы локализируются главным образом в передней трети ее толщи, в средней трети их меньше, в задних слоях роговицы их значительно меньше. Делясь дихотомически, нервные ветви образуют сплетение в собственном веществе роговицы – претерминальное сплетение Райзера (Reiser). Таким образом, стволики сильно разветвляются и проникают своими ветвями по направлению к

центру роговицы и к ее поверхности. Периферические части сплетения снабжаются передними, средние – задними стволиками.

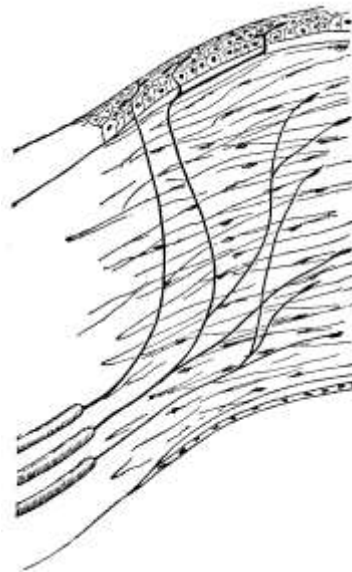


Рис.25. Нервы роговицы.

Отмечается большой полиморфизм терминальных нервных разветвлений. Сплетение основного вещества роговицы оставляет задние слои роговицы совершенно свободными. В средних слоях оно более грубое и рыхлое, по направлению к поверхности становится все тоньше и сильнее расчленяется. Часть нервных волокон формирует здесь свои концевые разветвления. Другие, (40-50 веточек) направляясь кпереди, образуют непосредственно под боуменовой оболочкой второе сплетение – замыкающую сеть, терминальное сплетение Райзера или суббазальное сплетение. Третья часть нервных волокон (*rami perforantes*) через поры боуменовой оболочки проходит под эпителий и формирует здесь базальное или субэпителиальное сплетение. Отсюда нервные волокна проникают в эпителий и оканчиваются между эпителиальными клетками. Часть фибрилл проникает в межклеточные щели эпителия, причем или минует базальное сплетение, или ответвляется от него. При конфокальной микроскопии стромальные нервные волокна имеют вид параллельно идущих ярких полос, анастомозирующих между собой и контрастирующих на темном фоне.

Рефлективность (отражательная способность) может быть неравномерной по протяжению волокна. В строме нервы оканчиваются пластинками. Они представляют собой неправильно-четырёхугольные, или лопатообразные плоские образования с зубчатым или зазубренным краем. Но подобные нервные окончания встречаются только по краю роговицы. С клетками роговицы нервы в связь не вступают.

Многочисленные ветви этой сети прободают наружную пограничную пластинку и распространяются между нею и основными клетками эпителия. Концевые разветвления их образуют под эпителием густую сеть (рис.26).

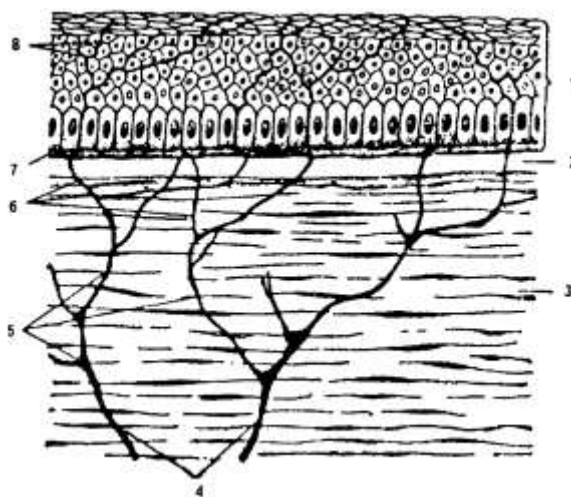


Рис.26. Чувствительные нервы роговицы (схема).

1 – передний многослойный эпителий; 2 – передняя пограничная пластинка; 3 – строма; 4 – дихотомически ветвящиеся нервные стволы; 5 – нервное сплетение собственного вещества роговицы; 6 – замыкающая нервная сеть роговицы; 7 – субэпителиальное нервное сплетение; 8 – интраэпителиальное нервное сплетение.

По некоторым данным окончания нервов свободно располагаются между эпителиальными клетками или даже выдаются над ними. Подобным же образом разветвляются нервы и в самых глубоких слоях роговицы. Ветви интраэпителиального сплетения, окружая петлей по 5-15 эпителиальных клеток, оканчиваются под плоским эпителием. В самом эпителии нервы оканчиваются круглыми или грушевидными концевыми пуговками в форме клубочков, крючков, петель, бляшек. Имеются указания на окончание нервных волокон внутри эпителиальных клеток. Обилие в поверхностных

слоях роговицы нервных волокон делает понятной резкую, мучительную болезненность при поверхностных повреждениях роговицы (эрозиях).

Практически каждая клетка переднего эпителия роговицы обеспечена отдельным нервным окончанием. Этим объясняются высокая тактильная чувствительность роговицы и резко выраженный болевой синдром при обнажении чувствительных окончаний (эрозии эпителия). Высокая чувствительность роговицы лежит в основе ее защитной функции: при легком дотрагивании до поверхности роговицы и даже при дуновении ветра возникает безусловный корнеальный рефлекс – закрываются веки, глазное яблоко поворачивается кверху, отводя роговицу от опасности, появляется слезная жидкость, смывающая пылевые частицы. Аfferентную часть дуги корнеального рефлекса несет тройничный нерв, эfferентную – лицевой нерв.

В центре роговицы нервных окончаний больше, чем на периферии. Этим объясняется, что в норме чувствительность роговицы значительно выше в центре, чем на периферии. Нервы роговицы не только обеспечивают ее высокую чувствительность, но и регулируют обменные процессы в ней.

Процессы обмена в роговице регулируются трофическими нервами, отходящими как от первой ветви тройничного нерва, так и от лицевого нерва. От последнего они проходят сложный путь через *n. petrosus superficialis major* и *gangl. spheno-palatinum*, где и присоединяются ко второй ветви тройничного нерва и достигают глаза в составе *n. Zygomaticus*. В средней трети роговицы они образуют нервное сплетение, волокна которого располагаются непосредственно в строме.

Вегетативная нервная система также принимает участие в иннервации роговицы. При изучении густого перилимбального нервного сплетения выявлена связь нервных волокон перилимбального сплетения с одной стороны с сосудистыми петлями лимба, а с другой – с окончаниями чувствительных нервов роговицы. Нервные стволы перилимбального сплетения, делаясь дихотомически, дают одно ответвление к стенке сосуда и

другое проникающее в роговицу, где оно своими терминальными ветвями вступает в контакт с разветвлениями тройничного нерва.

Имеет место участие симпатической системы в иннервации роговицы. При удалении симпатического шейного узла наступает дегенерация части нервных волокон роговицы. В различных нервных стволах роговицы преобладают то интактные, то перерожденные волокна.

Нервная система роговой оболочки обуславливает чувствительность ее, а также служит для регулирования интимных трофических процессов обмена. Процессы обмена в роговице, ее трофика, связаны главным образом с процессами трофическими, нейрогенными и гуморальными.

Потеря чувствительности роговицы ведет к возникновению и развитию в ней ряда дистрофических патологических процессов. Изменение функции вегетативных нервов в роговице также вызывает дистрофические процессы в ее толще.

Чувство холода ощущается только в роговичном крае, чувствительность к теплу отсутствует. По-видимому, рецепторы холода лежат в более глубоких слоях роговицы, чем рецепторы боли.

Тактильная чувствительность роговицы является косвенным показателем состояния ее трофической иннервации. Но прямой и полной взаимосвязи между степенью чувствительности и трофикой роговицы нет.

Нормальная функция роговицы зависит не только от центробежных нейровегетативных импульсов, но также и от центростремительных тригеминальных импульсов, которые могут возникнуть центрально или рефлекторно.

Нервы роговицы анастомозируют с соседними, образуя нервное сплетение на трех основных уровнях: у входа в переднюю треть роговицы, подэпителиально и ниже боуменовой оболочки. От этого подэпителиального сплетения проходят вниз длинные, параллельные аркады. В свою очередь нервные стебли, ответвляющиеся от этих аркад, проникают между

эпителиальными клетками, разделяясь на 2, 3, 4 короткие изгибающиеся конечные веточки.

Каждая нервная ветвь в строге заканчивается большим скоплением (не менее 100) пуговчатых утолщений, которые имеют отношение к тактильной чувствительности, в то время как эпителий содержит только нервные окончания для болевых ощущений.

Известно, что роговичный рефлекс исчезает последним и сохраняется более часа после смерти. Высокий температурный порог объясняет тот факт, что в клинике практически не встречаются отморожения роговицы. Роговица не воспринимает глубокого давления.

Всякое вредное начало, действуя на роговицу, раздражает чувствительные нервы и вызывает защитный рефлекс в виде моргания или сжимания век – блефароспазм. Рефлекс возникает вследствие наличия связей между глазничным и лицевым нервами, последний иннервирует круговую мышцу век.

К физиологическим защитным рефлексам надо отнести и рефлекс с роговой оболочки на слезную железу. Он осуществляется благодаря сложному пути секреторных нервов слезной железы.

Все эти защитные рефлексy постоянно координируются центральной нервной системой, обеспечивающей нормальную функциональную деятельность роговой оболочки.

В первые месяцы жизни ребенка роговица малочувствительна вследствие еще не закончившегося функционального развития черепных нервов, которое, как правило, стабилизируется к 2-4 месяцам жизни ребенка. У годовалого ребенка она почти такая же, как у взрослого. Очень низкую или отсутствующую чувствительность роговицы у новорожденных (первые месяцы жизни) надо считать не патологией, а нормой. Низкая чувствительность роговицы у новорожденных чревата тем, что патология глаза (инородные тела, заворот век, воспаления) не вызывает беспокойства у

ребенка, не сопровождается явлениями блефароспазма, т. е. не проявляется защитная функция роговицы.

Что касается **питания роговицы**, то оно осуществляется двояко: за счет диффузии из перилимбальной сосудистой сети, образованной передними цилиарными артериями, и осмоса из влаги передней камеры и слезной жидкости. Отчасти питание осуществляется за счет кислорода воздуха и слезной жидкости. В процессе обмена веществ в роговице важную роль играет межуточная ее субстанция благодаря входящим в ее состав кислым мукополисахаридам, их способности к полимеризации, регулируемой ферментативной системой в соответствии с функциональными потребностями и особенностями тканей роговицы. В регуляции содержания в роговице воды играют роль и боуменова и десцеметова оболочка.

За исключением небольшой краевой зоны, роговая оболочка лишена кровеносных сосудов. Здесь между эпителием и собственным веществом роговицы вдвигается слой рыхлой соединительной ткани, который содержит кровеносные сосуды в виде краевых петель капилляров роговицы. Образованный таким образом валик носит название краевой конъюнктивальной петливой сети (рис.27). Передние ресничные артерии являются продолжением мышечных артерий. Не доходя 3-4 мм до лимба, они проникают в глазное яблоко, где образуют большой круг кровообращения радужки и сосудистое сплетение ресничного тела. Однако прежде чем проникнуть внутрь глазного яблока, передние ресничные артерии отдают ряд ветвей, идущих к роговице. Располагаясь вокруг лимба и анастомозируя между собой, они образуют краевую петливую сеть роговицы.

В краевой петливой сети различают две зоны: 1) поверхностную сеть, или зону краевых петель (*plexus episcleralis*), характеризующуюся поверхностно расположенным слоем перекрещивающихся сосудов, отходящих от склеральных и отчасти от конъюнктивальных; 2) глубокую сеть, или зону палисад (*plexus scleralis*), состоящую из глубокого эписклерально расположенного слоя, в норме невидимого.

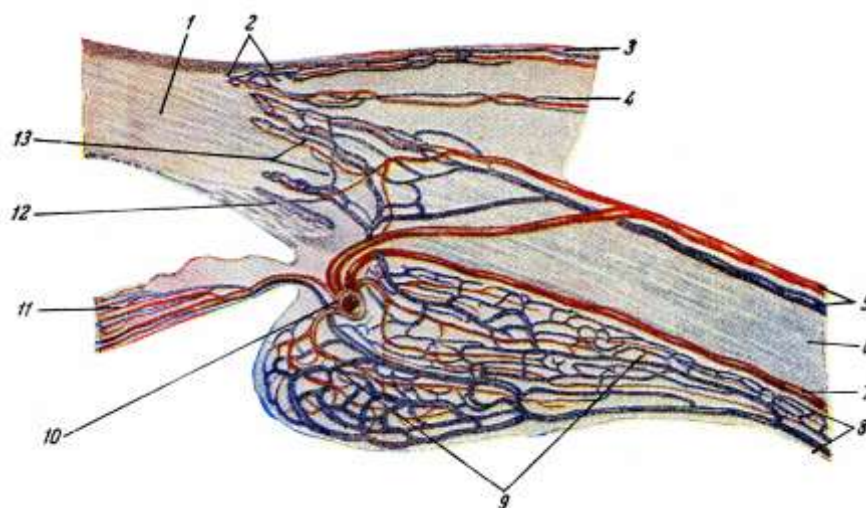


Рис.27. Краевая петлистая сеть сосудов роговицы и сосуды дренажного аппарата глаза (схема).

1 – роговица; 2 – перилимбальное сплетение; 3 – передние конъюнктивальные сосуды; 4 – сплетение теноновой капсулы; 5 – передние цилиарные сосуды; 6 – склера; 7 – задняя длинная цилиарная артерия и вена; 8 – цилиарное тело; 9 – венозное сплетение цилиарного тела; 10 – поперечное сечение большого артериального круга радужки; 11 – сосудистая сеть радужки; 12 – шлемов канал; 13 – интрасклеральное сплетение.

Поверхностная сеть снабжает поверхностные слои роговицы, глубокая – глубокие ее слои.

Тонкие капилляры проникают в вещество роговицы на глубину до 1 мм, а затем, переходя в мелкие венулы, вновь возвращаются в область лимба. Краевая тончайшая сосудистая сеть, питающая роговицу, располагается поверхностно в эписклере и широко анастомозирует с тончайшей сосудистой сетью конъюнктивы (рис.28).

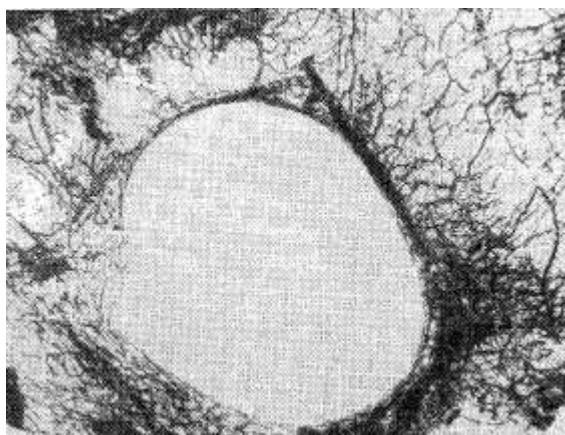


Рис.28. Сосуды конъюнктивы и перилимбальная сосудистая сеть (микрофото – наливка специальной тушью).

Поэтому роговица реагирует на воспалительные процессы, в конъюнктиве, склере, радужке и цилиарном теле. В редких случаях отдельные петли сосудов проникают на краю роговицы до собственного вещества. Отсутствие сосудов в роговице является одной из причин замедленного течения процессов обмена веществ в ткани роговицы, что имеет значение в ее патологии.

Венозная кровь оттекает главным образом по передним ресничным венам, ход которых аналогичен ходу одноименных артерий. Просвет вен шире просвета артерий, они более извиты, их разветвления более многочисленны. Кровь из передних ресничных вен изливается в глазные вены – основные венозные коллекторы глазницы. При воспалении кровеносные капилляры проникают в роговицу.

Лимфатическая система роговицы формируется из узких лимфатических щелей, сообщающихся с ресничным венозным сплетением. Лимфа отводится периваскулярными пространствами передних ресничных сосудов.

Отличительные признаки нормальной роговицы: сферична, зеркально блестящая, прозрачная, лишена кровеносных сосудов и обладает высокой тактильной чувствительностью. Она выполняет две основные функции: оптическую и защитную.

Физиологические и биохимические свойства роговицы. Химические компоненты роговицы оказывают влияние на гидрофильность, отечность, проницаемость роговичной ткани и принимают активное участие в обменных процессах при различных патологических состояниях. Все слои роговицы различны по составу.

Главными составными частями роговицы являются вода и коллаген. Водное содержимое роговицы равно 80,0-81,1%. Плотный остаток составляет 18,9%, большая часть которого падает на коллаген (18,0-18,4%). Остальные 0,5-2,0% составляют органические вещества – альбумин, глобулин, липоидные вещества, мукополисахариды, витамины и следы нуклеиновых

кислот. С возрастом содержание влаги и витаминов уменьшается, откладываются соли кальция, липиды, глобулин. При нарушении целостности эпителия роговицы (ранение, язва, дистрофические процессы) содержание в ней витаминов С, В₂ и мукополисахаридов падает.

В пожилом возрасте в роговице уменьшается количество влаги и витаминов, преобладают глобулиновые фракции белков, откладываются соли кальция и липоиды. В связи с этим в первую очередь изменяется область лимба, образуется так называемая старческая дуга (*arcus senilis*), понижается чувствительность роговицы. Снижается также проницаемость ее для питательных веществ, глазных капель и мазей, которые в детском и молодом возрасте хорошо и быстро диффундируют по направлению к передней камере.

Питание роговицы тесно связано с проницаемостью ее эпителия и эндотелия, с одной стороны, и гематоофтальмическим барьером и водно-электролитным балансом, с другой. Возможны три источника питания роговицы – прекорнеальная жидкость, поступающая из слезы, водянистая влага передней камеры и капилляры перилимбальной сети сосудов. Все эти жидкости содержат глюкозу, являющуюся основным энергетическим источником для роговицы. Уровень глюкозы в роговице находится в прямой связи с уровнем ее в камерной влаге. Часть глюкозы в эпителии роговицы превращается в гликоген, концентрация которого в нем высока. По-видимому, глюкоза для питания роговицы поступает из слезы. Но перилимбальные сосуды не абсолютно необходимы для соответствующего питания роговицы. Питательные вещества проникают в межтканевые промежутки роговицы, как и во всех других тканях. На современном уровне знаний уже нельзя представлять себе обменные процессы в роговице лишь как простые процессы диффузии. Нельзя подходить к определению сущности процесса проницаемости роговицы только с точки зрения физико-химических свойств веществ, способных проникать через роговую оболочку, не учитывая регулирующей и трофической роли нервной системы.

Роговица, несмотря на сравнительную простоту ее структуры, является местом сложных обменных процессов, играющих важную роль в ее водном равновесии, прозрачности и питании. Роговица – бессосудистая ткань, тем не менее, ее состояние всецело зависит от общих обменных процессов, протекающих во всем организме. Если обменные процессы в организме связаны с восстановлением и окислением благодаря кровообращению, то в роговице, как бессосудистой ткани, они протекают при определенной активности энзим, с помощью интрацеллюлярных химических реакций, которые в свою очередь тесно связаны с процессами гликолиза и протеолиза. Метаболизм поверхностных клеточных слоев роговицы отличен от метаболизма стромы. Эпителий содержит гликоген и обладает особым гликолитическим механизмом. Роговичная строма не усваивает кислорода, а потребляет такое же количество глюкозы на одну клетку, как и эпителий.

В настоящее время принято считать, что питание роговицы только частично зависит от атмосферного кислорода, так как в ночное время, когда веки закрыты, в ней вполне достаточно кислорода, который поступает из лимбальной области и водянистой влаги. Интересно заметить, что кислород поступает в направлении передней камеры, а двуокись углерода выделяется из глаза во внешнюю среду. Недостаток кислорода в эндотелии и задержка двуокиси углерода ведет к отеку эндотелия, некрозу, а позднее – к помутнению роговицы.

Возможным источником кислорода для роговицы является камерная влага. Предполагается, что кислород, поглощаемый эндотелием, поступает из камерной влаги, в то время как эпителий поглощает кислород из тарзальной конъюнктивы века и из атмосферы. Атмосферный кислород потребляется роговицей не в виде газа, а в растворенном состоянии из слезной пленки, покрывающей глаза.

Строма, в противоположность эпителию, не обладает дыхательной активностью и не использует кислорода. В обменных процессах роговицы,

где главную роль играет эпителий, большое участие принимают глутатион, аскорбиновая кислота, рибофлавин, ацетилхолин и липоиды.

Недостаточная или избыточная гидратация роговицы сопровождается снижением ее прозрачности и помутнением. Как известно, **жидкость** проникает в роговицу из сосудов перилимбального сплетения и диффундирует к центру, достигая при этом эпителия и эндотелия. Роговица постоянно обезвоживается, и ее состояние зависит от влияния осмотических сил и наличия жидкости, с одной стороны, и способности имбибиции, с другой. В течение жизни роговица сохраняет физиологически нормальные вес и толщину, но набухает после смерти или в случае повреждения эндотелия или эпителия. Полагают, что это набухание является следствием действия осмотического давления, оказываемого коллагеном и другими коллоидами, располагающимися в строме. Так как ткань не набухает максимально при жизни, считают, что степень гидратации ее контролируется каким-то механизмом, выводящим жидкость из роговицы, и ему противодействует удаление ионов или выведение из нее воды. Роговица очень гидрофильна: 1 г. ее вещества способен поглотить до 4 г. воды, но задний эпителий роговицы, как помпа отсасывает воду из роговицы.

Роговица как бы купается в жидкостях. Спереди она постоянно увлажняется слезной жидкостью, сзади она омывается водянистой влагой передней камеры. Причем, между этими жидкостями существует гармоническое равновесие и главным фактором поддержания этого равновесия являются эпителий и эндотелий роговицы. Эпителий является исключительно действенной полупроницаемой мембраной для хлористого натрия. Теоретически слезы и камерная влага гипертоничны, и в них путем осмоса входит вода. Последняя затем замещается влагой, приносимой лимбальными капиллярами. Так совершается циркуляция воды внутри роговицы. В последнее время появились сведения о том, что интенсивность обмена в роговице препятствует ее набуханию, и, возможно, что, как и в

других тканях, концентрация ионов свидетельствует об активности обмена в ней.

Что касается отека роговой оболочки, который играет очень важную роль в патологии роговицы, то первые классические опыты показали, что главная роль принадлежит при этом эндотелию роговицы. Однако было доказано, что для поддержания прозрачности роговицы интактности эндотелия недостаточно. Отек эпителия, а также подэпителиальные пузырьки могут существовать без какого-либо отека стромы. Доказано, что для поддержания жидкостного баланса большее значение имеет движение жидкости по направлению к передней камере, чем движение из нее. Поэтому можно предположить, что в случае отека эпителия источником воды, по-видимому, должны явиться наружные жидкости, то есть слеза.

Гидрофильность роговицы наиболее слабо выражена у человека. Находят непостоянство гидрофильности у больных с бельмами, причем колебания гидрофильности роговицы донора выражены слабее, что может обусловить несовпадение набухания роговицы донора и реципиента. Это может мешать совмещению краев трансплантата и роговицы реципиента.

Консервация глаза при низкой температуре приводит к некоторому увеличению содержания влаги в роговице и снижению ее гидрофильности, что ограничивает набухание роговицы донора после ее пересадки.

Прозрачность роговицы. Вопрос о прозрачности роговицы является едва ли не самым существенным в ее физиологии. Прозрачность роговицы обеспечивается упорядоченным гистологическим строением, определенным содержанием воды, одинаковым показателем преломления света фибриллами пластинок и межуточным веществом. До сих пор остается неясным, почему роговица прозрачна. Как часть диоптрической системы, роговица, главным образом в своей центральной зоне, представляет собой однородную оптическую среду. На ее прозрачность (оптическую однородность) оказывает влияние общий вегетативный метаболизм и питание в условиях ее аваскулярности. В свою очередь прозрачность тесно связана с состоянием

гидратации роговичных протеинов и мукоидов. На гидратацию оказывает влияние избирательная проницаемость эндотелия и эпителия роговицы, их отношение к солям и воде. Следовательно, проницаемость мембран роговицы по отношению к солям и воде не может не оказывать влияния на прозрачность роговицы.

Непрозрачность роговицы при внезапном повышении внутриглазного давления объясняют нарушением правильного расположения коллагеновых волокон.

Как уменьшение водного содержимого роговицы, так и увеличение его приводит к помутнению.

Нормальная роговица обладает замечательным свойством находиться в состоянии умеренной гидратации, и это ограниченное водное содержимое является важным фактором прозрачности роговицы.

Особенно жадно роговица впитывает воду, когда поврежден ее хрупкий эндотелий. Вырезанная роговица, находясь в жидкости, набухает и увеличивается в десять раз в сравнении с ее первоначальным весом. Наибольшее набухание роговицы по объему происходит в слезной жидкости.

Непрозрачность роговицы, очевидно, является результатом изменения естественных свойств тканевых протеинов в расположении полипептидных цепей, что ведет к скоплению субмикроскопических элементов в более крупные частицы.

Бельмо по своей коллагеновой структуре очень напоминает склеру. У раннего эмбриона склера оказывается такой же прозрачной, как и роговица, и на этом основании можно допустить, что непрозрачность есть результат дифференциации. Если ультраструктура роговицы эмбриона и роговицы взрослого тождественны, то в склере наблюдается прогрессивное изменение коллагена, характерного для роговицы, до коллагена, типичного для сухожилия и склеры взрослого; при этом происходит прогрессивное уменьшение количества цементирующего вещества в склере и прогрессивное увеличение его в роговице.

До сих пор остается неясным, существует ли особый механизм, который поддерживает прозрачность роговицы.

Более приемлемым объяснением прозрачности роговицы является наличие мукополисахаридов в роговице в большей степени, чем в склере. Но и мукополисахарид не единственный фактор, так как и другие ткани содержат не менее мукополисахаридов, однако они не прозрачны. Более того, роговица становится иногда мутной без потери полисахаридов.

Методы исследования роговой оболочки.

Для исследования роговой оболочки применяются следующие методы:

1. Простой осмотр, при котором больной должен смотреть в разные стороны. При этом происходит перемещение по поверхности роговицы светового рефлекса. При дневном освещении мы можем видеть на роговице изображение оконной рамы. Правильность получаемых изображений свидетельствует о нормальном состоянии поверхности роговицы, искажение же их служит указанием на возможное наличие дефекта эпителия роговой оболочки. Небольшие, с трудом обнаруживаемые язвочки легко диагностируются при закапывании в глаз 1-2 капель 2% раствора флюоресцеина (флюоресцеиновая проба). Дефект эпителия при этом окрашивается в зеленоватый цвет. При целостности эпителия роговицы флюоресцеин не проникает в ткань, и роговица остается неокрашенной.

2. Боковое, или фокальное, освещение – один из основных методов исследования переднего отрезка глаза. При этом методе исследования лучи, исходящие от источника света, с помощью двояковыпуклой лупы концентрируются на том участке глазного яблока, который подлежит осмотру. Источник света (обычно лампу мощностью 100-150 Вт) помещают впереди и слева на уровне исследуемого глаза на расстоянии 50-60 см от него. Лучи света при помощи двояковыпуклой лупы силой 13 Д собирают в конический пучок и направляют на участок роговицы, подлежащий осмотру. Освещенную роговицу рассматривают в увеличительную лупу. Благодаря контрасту между ярко освещенным участком роговицы и затемненной

частью видны незначительные изменения в ней. Одновременно можно пользоваться второй лупой силой 20 Д либо бинокулярной лупой, через которую с расстояния ее фокуса можно более детально рассмотреть роговицу и передний отдел глаза.

При фокальном освещении изменения выступают еще яснее, если рассматривать их одновременно с помощью лупы, особенно бинокулярной, – комбинированный метод.

3. Биомикроскопия при помощи щелевой лампы является более совершенным способом.

С помощью этого метода в живом глазу представляется возможным видеть особенности гистологического строения его тканей. Он дает возможность тонкой оценки прозрачности роговицы и структурных изменений ее слоев. Помимо выявления мельчайших изменений в прозрачной ткани роговицы, осмотр с помощью щелевой лампы позволяет локализовать обнаруженные изменения по глубине, т. е. определить, в каких слоях роговицы они находятся. Осмотр роговой оболочки можно производить, пользуясь почти всеми видами освещения, однако ведущими видами надо считать прямое фокальное освещение, исследование в проходящем свете и в отсвечивающих зонах.

После ориентировочного осмотра роговицы при помощи диффузного освещения целесообразно перейти на исследование в прямом фокальном освещении. Для этого луч света щелевой лампы направляют под углом 10-40° на поверхность роговой оболочки и фокусируют на ней. Лучи света концентрируются на роговице, вследствие чего она как бы отъединяется от окружающей среды (от воздуха и камерной влаги), выделяясь на темном фоне в виде хорошо заметной, резко отграниченной полосы серого цвета. Микроскоп располагают перпендикулярно или почти перпендикулярно к роговице, иначе говоря, следят за тем, чтобы угол, под которым исследуют, не был равен углу, под которым освещена роговица.

При широкой осветительной щели световой пучок, проходя через роговицу, выкраивает в ее ткани ярко освещенный параллелепипед или четырехгранную оптическую призму. При исследовании под микроскопом видно, что оптическая призма имеет выпукло-вогнутую форму. Место вхождения света в роговую оболочку выделяется как передняя, эпителиальная, поверхность призмы, место выхода света из роговицы – как задняя, эндотелиальная, поверхность. Последняя обычно видна менее четко, чем передняя поверхность. Вследствие диффузного внутреннего отражения света щелевой лампы ткань роговицы видна также и внутренняя часть призмы, соответствующая собственной ткани роговицы.

При биомикроскопии роговицы очень часто пользуются термином «оптический срез». Оптическим срезом называется очень узкий параллелепипед, выкроенный лучами света в ткани роговицы. Термином «оптический разрез» обозначают боковую сторону оптического среза, обращенную к наблюдателю.

Критерием хорошего качества среза служит наличие четкого изображения всех четырех ребер параллелепипеда роговицы.

Пользуясь очень тонким, хорошо фокусированным оптическим срезом, можно определить глубину залегания инородного тела или патологического очага в ткани роговицы. Это осуществляется путем получения оптического среза роговой оболочки в зоне патологического участка. Если измененная ткань будет видна (впишется в срез) у его передней поверхности, она локализуется в передних отделах роговицы. Появление патологически измененного участка ткани около заднего ребра оптического среза укажет на его локализацию в задних отделах роговицы. Если интересующая исследователя зона окажется расположенной между передним и задним ребром оптического среза, это значит, что она локализуется в центральных частях ткани роговой оболочки (рис.29).

Исследование в прямом фокальном освещении позволяет выявить дефекты собственной ткани роговицы.

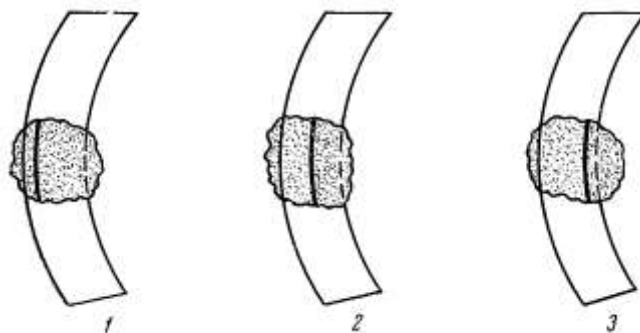


Рис.29. Глубина локализации патологического очага в роговой оболочке.

1 – в поверхностных слоях; 2 – в средних слоях; 3 – в глубоких слоях.

При исследовании роговицы в проходящем свете фокус осветителя направляют на радужку. Отраженный от радужки свет проходит через прозрачную ткань роговицы совершенно свободно, но придает ей слегка голубоватый или желтоватый оттенок (в зависимости от цвета радужки). Ткань нормальной роговицы вследствие ее прозрачности почти не ощущается исследователем. Небольшое помутнение роговицы, отек эпителия и эндотелия, новообразованные сосуды бывают видны в проходящем свете гораздо лучше, чем в прямом фокальном освещении.

Исследование в отсвечивающих зонах осуществляется под большим углом биомикроскопии. При таком условии легче уловить отраженные от зеркальной поверхности лучи света. Периферически падающий свет способствует разъединению передней и задней зеркальных зон роговицы. При этом зеркальные поверхности не накладываются, не покрывают одна другую, что дает возможность детально исследовать каждую из них отдельно.

При исследовании роговицы в зеркальной зоне, в противоположность обычной установке, микроскоп ставят под тем (обычно большим) углом к исследуемой части роговицы, под которым на нее падает свет с противоположной стороны. Только при таком соотношении – равенстве угла, под которым освещен и исследуется глаз, возможно это исследование. При этом мы пренебрегаем слепящим световым рефлексом передней поверхности

роговицы, попадающим в наш глаз через один из окуляров микроскопа, и стараемся сосредоточить все свое внимание на картине, видимой через другой окуляр. Передняя поверхность роговицы в зеркальном поле представляется в виде яркого, блестящего прямоугольника с нечеткими границами. На нем видны элементы пыли и слеза, которая обычно стушевывает мельчайшие неровности эпителиальной поверхности роговицы. Иногда при биомикроскопии видна цветная переливчатость передней зоны отражения, что связано с явлением интерференции лучей света при прохождении их через слезу. Задняя поверхность роговицы выявляется в зеркальном поле лучше, чем передняя. Однако ее можно детально осмотреть, только подавив блестящее изображение передней поверхности роговицы. Зеркальный участок задней поверхности роговицы как бы повторяет форму переднего зеркального участка, но несколько меньше по размерам и темнее. Границы его также нечеткие.

Несмотря на, казалось бы, идеальную прозрачность нормальной роговицы, ее оптический срез не совсем гомогенен. Он имеет сероватый, опалесцирующий оттенок и испещрен множеством точек и штрихов (рис.30).

При пристальном осмотре в прямом фокальном освещении на поверхности роговицы обнаруживается прекорнеальная пленка. Она имеет вид тонкой сероватой полосы, легко смещаемой при мигательных движениях век. Лучшее выражение прекорнеальная пленка бывает в месте контакта глазного яблока с нижним веком, где она становится толще. Эпителий роговицы, расположенный позади прекорнеальной пленки, выявляется в оптическом срезе в виде тонкой полосы черного цвета, что связано с идеальной прозрачностью эпителиальной ткани. На периферии роговицы это темное пространство несколько расширяется, поскольку около лимба эпителиальный слой становится толще. О толщине эпителия можно судить по степени приближения окрашенной прекорнеальной пленки к сероватой, несколько блестящей боуеновой оболочке, которая расположена в оптическом срезе за темной полосой эпителиального слоя.



Рис.30. Оптический срез роговицы.

Строма роговицы вследствие диффузного внутреннего отражения имеет своеобразный, не совсем правильный, мраморный, местами сетчатый рисунок. В ней видны сероватые вкрапления, представляющие собой оптические срезы роговичных фибрилл и пластин.

При исследовании в фокальном свете видны нервы роговицы (рис. 31).



Рис.31. Нервы роговой оболочки при биомикроскопии.

Для их выявления необходимо пользоваться широким углом биомикроскопии. Нервы в области лимба имеют вид шелковистых, серо-белых нитей, располагающихся в основном в средних и поверхностных слоях роговицы. В глубоких слоях стромы нервы обычно не видны.

При постепенном перемещении оптического среза от лимба к центру роговицы можно проследить ход нервного волокна. Каждое нервное волокно имеет радиальное направление и лежит в одном слое роговицы. По мере удаления от лимба нервные стволы постепенно истончаются. Многие из них дихотомически, а иногда и трихотомически ветвятся под острым углом. Нервные стволы в отличие от сосудов никогда не анастомозируют. На месте разветвлений некоторых стволов бывают видны скопления нервного вещества в виде нежных перепонки или узелков. По мере удаления от лимба нервы роговицы теряют миелиновую оболочку и вследствие этого становятся невидимыми.

Неизменная десцеметова оболочка в свете щелевой лампы почти не выявляется.

Эндотелий роговицы хорошо виден лишь при исследовании в отсвечивающих зонах при 18-35-кратном увеличении микроскопа. Он представляет собой мозаику из шестиугольных клеток желтоватого цвета, похожих на пчелиные соты. Каждая клетка имеет хорошо очерченные темные границы. Ядра эндотелия обычно не выявляются (рис.32,33). Исследование рисунка эндотелия роговицы лучше производить в той или иной периферической части роговицы в меридиане, близком к горизонтальному. При осмотре в зеркальном поле периферических участков роговицы у пожилых людей среди эндотелиальных клеток видны темные круглые пятна. Это бородавчатые утолщения десцеметовой оболочки, проминирующие в переднюю камеру, что было выяснено при исследовании гистологических препаратов.

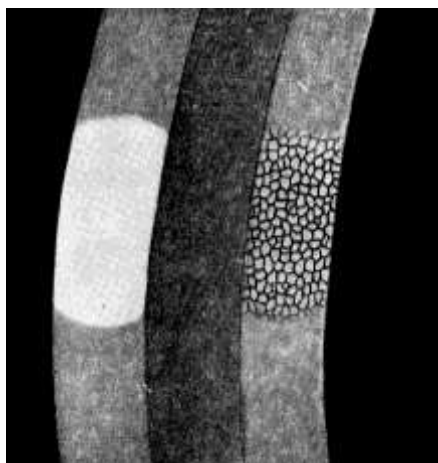


Рис.32. Поверхности роговицы (исследование в отвсечивающих зонах).



Рис.33. Эндотелий роговой оболочки в зеркальной зоне.

4. Кератоскопия (кератография) – оценка сферичности (по зеркальным отражениям от поверхности роговицы) и формы (рис.34), а также восприимчивости к красителям (выявление эрозий).



Рис.34. Портативный электрический кератоскоп Placido и зеркальное отображение его тестовых кругов на роговице пациента в норме и при патологии.

В основе современного метода лежит компьютерный анализ отраженных от роговицы концентрических светящихся колец.

Преломляющая способность и кривизна роговицы вычисляется не только в оптической зоне, но и по всей поверхности, что необходимо при обследовании для рефракционной операции, для диагностики нерегулярного астигматизма, кератоконуса, при рубцах и деформациях роговицы, для точного подбора контактных линз. Топографическое исследование роговицы является бесконтактной и быстрой процедурой, позволяющей выявлять изменения зрения, недоступные при визуальном оптометрическом обследовании. Современные кератотопографы (рис.35) компьютеризованы и снабжены аналитическим программным обеспечением для картирования роговицы и количественной и качественной оценки изменений ее рельефа.



Рис.35. Кератотопограф DICON CT 200 (США).

Роговичная (корнеальная) топография (корнеотопография или видеокератопография) является методом картирования поверхностной кривизны роговицы, напоминающим созданием контурной карты местности. Корнеотопография дает детальное описание формы и разрешающей способности роговицы. С помощью компьютерной технологии прибор топограф создает трехмерную карту роговицы, облегчающую диагностику, наблюдение и лечение различных расстройств зрения. Топограф состоит из компьютера, соединенного с освещенной сферой, в которую помещена комбинация из концентрических колец (кератоскоп). Голова пациента

располагается перед кератоскопом, который проецирует на роговицу серию базовых (опорных) точек, как бы фотографируя поверхность глаза при обычном освещении. Программа переводит комбинацию точек в цифровую форму и выдает в отпечатанном виде качественную и количественную оценку поверхности роговицы (карту), на которой различные изгибы ее рельефа изображены с помощью разных цветов. Большинство топографов оценивает в среднем от 8000 до 20000 специфических точек на всей поверхности роговицы.

5. Кератометрия – определение размеров (обычно горизонтального) и толщины (пахиметрия);

6. Кераторефрактометрия (определение преломляющей силы биолинзы в дптр);

7. Экзистометрия (определение порога тактильной чувствительности, обычно в г/мм²). Чувствительность роговицы исследуют путем легкого прикосновения влажным ватным тампоном к различным ее участкам. В случае расстройства чувствительности прикосновение почти не ощущается. Чувствительность роговицы неодинакова в различных ее участках. Наиболее чувствительна центральная часть. Нижняя половина и височная часть более чувствительны, чем верхняя половина и носовая часть.

Качественное определение состояния роговицы производится в 13 точках посредством применения стандартных волосков различной толщины, оказывающих давление 0,3 г/мм², 1 г/мм² и 10 г/мм². Волоски, прикрепленные к держателю, ставят на роговицу и прижимают к ней до сгибания. Центральная часть роговицы ощущает давление от прикосновения самого тонкого волоска; самый толстый волосок ощутим для любой точки роговицы. Состояние чувствительности определяется числом ощутимых прикосновений.

Чувствительность роговицы определяют и с помощью набора альгизиметров Б.Л. Радзиховского по схеме, включающей 9 точек касания.

8. Зеркальная контактная и бесконтактная микроскопия эндотелия роговицы с помощью зеркального эндотелиального микроскопа.

Врожденные аномалии:

— отсутствие роговицы; Полное отсутствие роговицы наблюдается при криптофтальме и некоторых дермоидах. Иногда встречается частичный дефект роговой оболочки, который можно было бы обозначить как колобому ее.

— выраженные отклонения в размерах (*megalo- et microcornea* большая и малая роговица;

Мегалокорнеа может быть симптомом гидрофтальма (рис.36), но иногда наблюдается и как самостоятельная аномалия.



Рис.36. Врожденная двусторонняя глаукома. Выраженное увеличение глазных яблок и диаметра роговых оболочек обоих глаз.

В последнем случае других симптомов гидрофтальма, помимо увеличения диаметра роговицы до 13-19 мм не имеется. Обычно имеет место увеличение диаметра роговицы по сравнению с возрастной нормой более чем на 1 мм. При этом сохраняется обычная толщина и сферичность, небольшое увеличение глазного яблока в целом, отсутствие роговичного синдрома и патологии в углу передней камеры, нормальное состояние диска зрительного нерва и нормальное внутриглазное давление. Мегалокорнеа может сопровождаться астигматизмом, эмбриотоксоном, иридоденезом, подвывихом хрусталика и своеобразным скоплением пигмента на задней

поверхности роговицы, известным под названием кольца Крукенберга. Мегалокорнеа может быть принята за гидрофтальм при невнимательном исследовании. Развитие мегалокорнеа эмбриологически объясняется расширением кольца прикрепления ресничного тела и задержкой развития роговицы при переходе ее от колоколообразной формы к сферической. Как правило, эта патология двусторонняя. Эта аномалия имеет семейный характер и передается по наследству.

Под микрокорнеа понимают роговицу, диаметр которой уменьшен не менее чем на 2 мм по сравнению с нормой. Обычно в этих случаях горизонтальный диаметр ее меньше 10 мм (рис.37).



Рис.37. Микрокорнеа. Диаметр роговой оболочки 6 мм.

Иногда роговая оболочка может быть уменьшенной вплоть до небольшого кусочка уплощенной прозрачной ткани неправильно округлой формы. При истинной микрокорнеа роговица не уплощена и отчетливо различается от склеры. Существует и другая разновидность микрокорнеа, которая носит еще название плоской роговицы (*cornea plana*). Она отличается тем, что кривизна роговицы такая же, как и склеры, и может быть даже меньшей. Склера переходит в роговицу, не меняя своей кривизны. Микрокорнеа – это обычный симптом микрофтальма, но она иногда встречается и самостоятельно при нормальных размерах глазного яблока. Аномалия эта обычно

двусторонняя. Если функцию зрения возможно восстановить, проводят оперативное лечение. При полном недоразвитии глаза лечение невозможно.

Овальная роговица. При этой аномалии роговица имеет яйцевидную форму с наибольшим длинником обычно в вертикальном меридиане. Нередко у детей с этой аномалией можно обнаружить признаки перенесенного ирита или паренхиматозного кератита.

— изменения формы, проявляющиеся в виде кератоконуса и кератоглобуса , а также плоской роговицы, кератоторуса и овальной роговицы.

Кератоконус (рис.38) имеет в своей основе врожденную и, по-видимому, наследственно обусловленную слабость и недоразвитость мезодермальной ткани роговицы.



Рис.38. Кератоконус.

Наблюдается чаще у женщин, обычно на обоих глазах, редко – на одном; медленно прогрессирует; зрение падает постепенно. Клинически он проявляется лишь в пубертатном возрасте и позже, редко – в детском. У вершины конуса роговица истончена, в десцеметовой оболочке обычно имеются разрывы и полосчатые помутнения по их ходу. Он сочетается нередко с расстройствами функций желез внутренней секреции, иногда с синей склерой. Нередко он сочетается с другими аномалиями глаз и других органов. При заднем кератоконусе истончается и искривляется только задняя поверхность роговицы. Может возникать внешне остро при внезапных разры-

вах десцеметовой оболочки (острый кератоконус). Корректируется контактными линзами, лечится пересадкой роговицы. Этиопатогенез кератоконуса пока недостаточно выяснен.

Кератоглобус (рис.39) отличается от кератоконуса шаровидной формой выпячивания всей роговицы, истонченной приблизительно на $\frac{2}{3}$ толщины; диаметр роговицы при кератоглобусе обычно не увеличен, но иногда может достигать 18 мм.



Рис.39. Кератоглобус хронический (слева) и острый.

Поверхность роговицы имеет выпуклую форму не только в центре, как при кератоконусе, а на всем протяжении (полушаровидная форма). При этом в остальных своих частях глаз не увеличен. Вначале роговица прозрачна. Передняя камера углублена, иногда имеется дрожание радужки. Глубина передней камеры увеличивается и может достигать 8-10 мм. При этом часто наблюдаются разрывы десцеметовой оболочки в виде дугообразных линий на задней поверхности роговицы. Внутриглазное давление не повышено. Имеется обычно близорукость и астигматизм с понижением зрения. Заболевание двустороннее, возникает в детском возрасте и медленно прогрессирует, по-видимому, имеет наследственное происхождение. Внезапное появление отека всей роговицы называют острым кератоглобусом, или водянкой роговицы. Кератоглобус проявляется в детском возрасте, может сочетаться с другими изменениями в глазу и общей патологией, например с синдромом синих склер (Ван-дер-Хуве), включающим тугоухость

и ломкость костей. По мере прогрессирования процесса постепенно увеличиваются кривизна роговицы и общая длина глазного яблока, усиливается рефракция глаза, повышается степень близорукости и астигматизма. В начальных стадиях эффективна очковая и контактная коррекция остроты зрения. При значительном растяжении роговицы и наличии неправильного астигматизма не удается подобрать удовлетворительную коррекцию, поэтому решают вопрос о хирургическом лечении. Сквозную субтотальную кератопластику при кератоглобусе выполнить значительно сложнее, чем при кератоконусе, из-за резкого истончения периферического отдела роговицы, где производят фиксацию донорского трансплантата.

Плоская роговица (рис.40) встречается очень редко в двух формах: 1) изолированной при отсутствии других аномалий глаза и 2) в сочетании с микрокорнея, микрофталмией и другими аномалиями глаза.



Рис.40. Плоская роговица.

Первая встречается редко, степень ее уплощения колеблется в широких пределах, ее преломляющая способность сильно ослаблена. Диаметр таких роговиц обычно несколько уменьшен, корнеосклеральная граница недостаточно правильная и резкая. Вторая форма встречается чаще, сопровождается иногда помутнением паренхимы роговицы. Зрение обычно снижено при обеих формах, имеющих наследственно-доминантный характер.

Кератоторус – редко встречающаяся врожденная торическая форма роговицы, обычно сопровождаемая астигматизмом высоких степеней (до 18,0 D).

— Относительно часто можно видеть врожденные помутнения роговой оболочки. Вопрос об их генезе спорен. Очевидно, в одних случаях они обусловлены задержкой отшнурования от хрусталика задней поверхности роговицы, а в других – внутриутробным воспалением. Помутнения – обычно паренхиматозные. Одна из их разновидностей – это центральное помутнение с дефектом самых глубоких слоев роговицы, обнаруживаемом с помощью щелевой лампы. К этому дефекту, может быть прикреплен тяж оставшейся зрачковой перепонки. Помутнение роговицы может сопровождаться колобомой радужки, передней полярной катарактой, хориоидальными изменениями. В этих случаях можно говорить о задержке нормального зародышевого развития.

Встречаются также помутнения, имеющие явные признаки перенесенного утробного кератита на почве сифилиса, а чаще неясной этиологии. Такие помутнения расположены в различных секторах роговицы, содержат кровеносные сосуды или тонкие нити, представляющие собой облитерированные сосудики.

Грубые бельма остаются после внутриутробной гнойной инфекции роговицы. В литературе описано много случаев, когда дети рождались со сращенными бельмами, передними стафиломами и даже атрофией глазного яблока после внутриутробного панофтальмита.

К врожденным помутнениям относится также эмбриотоксон. Это кольцевидное или полукольцевидное помутнение, примыкающее к лимбу и расположенное либо в поверхностных и средних слоях роговицы (передний эмбриотоксон), либо на границе с десцеметовой оболочкой (задний эмбриотоксон). Помутнение роговицы у лимба является физиологическим для плода, но к моменту рождения оно обычно исчезает, сохраняясь, лишь

как аномалия. В роговице новорожденных можно иногда видеть пигментированные пятна.

— Дистрофические кератиты бывают первичными, которые возникают в результате нарушения обмена веществ. Такие дистрофии часто бывают наследственными. Обычно они двусторонние. Первичные кератиты поражают как отдельные слои, так и всю роговицу. Течение первичных дистрофических кератитов медленно прогрессирующее. В конечном итоге возникает та или иная степень нарушения зрительной функции. Медикаментозное лечение обычно результата не дает. Проводится хирургическое лечение – послойная или сквозная пересадка роговицы.

Наследственная паренхиматозная дистрофия различного типа (узелковая, пятнистая, решетчатая, кристаллическая). Они разнообразны по форме, всегда двусторонние, медленно прогрессируют, лишены воспалительных явлений, могут быть изолированными или сочетанными с болезнями накопления при врожденных аномалиях обмена. Их семейно-наследственный, большей частью доминантный, характер ясно выражен. Они обусловлены отложениями между роговичными пластинками базофильных и гиалиноподобных веществ. Чувствительность роговицы при них более или менее понижена.

Узелковая дистрофия роговицы Graefow (рис.41). Эта наиболее частая и типичная форма дистрофии характеризуется появлением в различных, вначале в поверхностных, слоях стромы центральных отделов роговиц обоих глаз мелких серых узелков, которые сравнивают по их виду с крошками сухого хлеба.

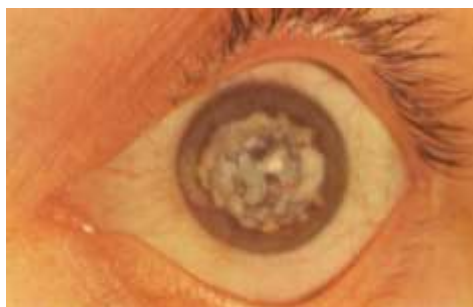


Рис.41. Узелковая дистрофия роговицы Grepouw.

Дистрофия имеет очень медленно прогрессирующее течение, протекает без всякой реакции со стороны глаз, диагностируется при помощи щелевой лампы, передается доминантно.

Пятнистая дистрофия роговицы Graenouw-Fehr (рис.42) возникает в возрасте 5-9 лет в центральных отделах роговицы в форме диффузного помутнения, на фоне которого образуются более насыщенные пятна. Роговица теряет свой блеск и гладкость.

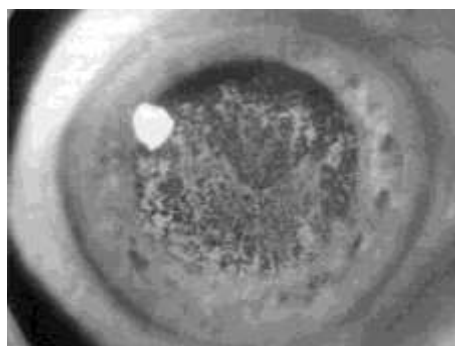


Рис.42. Пятнистая дистрофия роговицы.

Медленно прогрессируя, дистрофия захватывает всю роговицу и приводит к значительному понижению зрения, вплоть до практической слепоты. Передается рецессивно.

Решетчатая дистрофия роговицы Dimmer встречается редко и характеризуется центральными помутнениями в форме линий, которые, пересекаясь, образуют своеобразную решетку (рис.43).

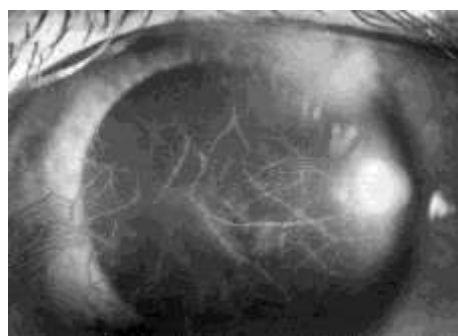


Рис.43. Решетчатая дистрофия роговицы.

Она развивается в пубертатном возрасте в передних слоях паренхимы, прогрессирует медленно, передается доминантно.

Врожденная наследственно-рецессивная или доминантная стационарная дистрофия роговицы. Она обнаруживается при рождении в виде диффузных или пятнистых двусторонних помутнений, которые с возрастом могут частично просветляться.

Кристаллическая дистрофия роговицы Schnider. Она является двусторонней врожденной или возникающей в раннем возрасте дистрофией, характеризуется дисковидными или кольцевидными помутнениями в передних слоях паренхимы, состоящими из игольчатых кристаллов. Воспалительные явления отсутствуют. Зрение страдает мало. Передается доминантно.

Склера (*Sclera*).

Склера (от греч. *scleros* – твердый) – непрозрачная часть наружной (фиброзной) оболочки (5/6) глазного яблока, толщиной от 0,3 до 1,6 мм. Она представляет собой отрезок шара с радиусом кривизны 12 мм. Спереди она переходит в роговую оболочку, сзади соединяется с оболочками зрительного нерва, главным образом с твердой. Передние участки склеры, видимые между веками, в обыденной жизни называют белками глаз, откуда и происходит другое название – белочная оболочка. При значительной толщине, ее окраска белая, при небольшой толщине, у детей, она выглядит голубоватой, у старых людей, вследствие отложения жировых капелек или значительным содержанием пигментных клеток, она имеет желтоватую окраску. Легкий синеватый оттенок склеры характерен и для выраженных брюнетов и зависит от избытка пигментных частиц в самой склере. Наиболее тонка она в области экватора (0,3-0,6 мм) и в месте выхода зрительного

нерва. Здесь внутренние слои склеры образуют решетчатую пластинку, через которую проходят аксоны ганглиозных клеток сетчатки. Решетчатая пластинка располагается приблизительно на 3 мм кнутри и 1 мм книзу от заднего полюса. Она состоит из переплетающихся между собой тонких соединительнотканых и ганглиозных волокон. Сквозь отверстия между этими волокнами проходит около 400 пучков волокон зрительного нерва (рис.44). Вокруг зрительного нерва внутренние пучки склеры имеют продольное расположение, поверхностные проходят циркулярно, переплетаясь с продольными волокнами твердой оболочки зрительного нерва. 2/3 склеральных волокон переходят в оболочки зрительного нерва, за счет их внутренней трети образуется *lamina cribrosa*.

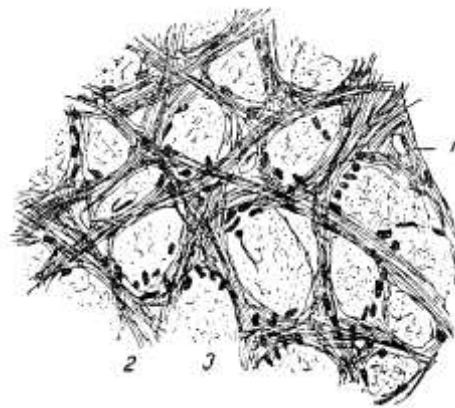


Рис.44. *Lamina cribrosa*.

1 – кровеносный сосуд в глиозной трабекуле; 2 – глиозные трабекулы; 3 – пучки нервных волокон.

Тонкость и податливость склеры в этом месте обуславливает возможность экскавации диска зрительного нерва при повышении внутриглазного давления.

Под прямыми мышцами, как раз позади линий прикрепления их сухожилий, склера тоньше всего (0,3 мм). Зоны истончения склеры уязвимы к воздействию повышенного внутриглазного давления и повреждающих факторов, прежде всего механических. Это обстоятельство надо помнить при операциях на мышцах. Это обстоятельство значительно затрудняет манипуляции по расслаиванию ткани и по наложению швов на края разрезов.

Сухожилие на месте прикрепления бывает различной толщины, но нередко той же толщины, как и сама склера в этом месте (0,3 мм), таким образом, сразу кпереди от прикрепления сухожилия толщина склеры возрастает до 0,6 мм и таковой остается вплоть до края роговицы. Граница ткани сухожилия и ткани склеры обычно очень резкая. Вблизи роговицы толщина склеры составляет 0,6-0,8 мм. Вокруг зрительного нерва толщина склеры достигает 1-1,6 мм. Толщина склеры очень колеблется индивидуально. У молодых людей и женщин она в общем тоньше.

С внутренней стороны по переднему краю склеры проходит циркулярный желобок шириной до 0,75 мм. Задний край его несколько выступает кпереди и носит название склеральной шпоры, к которой крепится цилиарное тело (переднее кольцо прикрепления сосудистой оболочки) (рис.45, Sw).

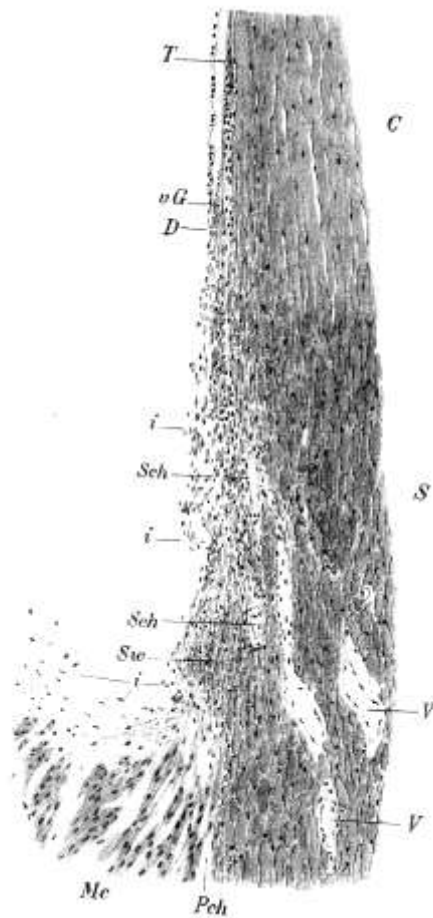


Рис.45. Склеральная шпора.

Передний край желобка постепенно переходит во внутреннюю поверхность роговицы и граничит с десцеметовой оболочкой. На дне его у заднего края находится венозный синус склеры (Шлеммов канал). Остальная часть склерального углубления занята трабекулярной диафрагмой. Граница между склерой и роговицей на меридиональном разрезе свежего трупного глаза невооруженному глазу кажется довольно резкой линией, так как белый цвет склеры хорошо отличается от прозрачной роговицы. Но уже при наблюдении с лупой эта граница теряет свою определенность, а на готовом, окрашенном и просветленном срезе она совсем исчезает. Склера, по сравнению с роговицей, принимает несколько более сильную окраску, но граница между ними не отличается резкостью. Следовательно, чтобы изучить границу между роговицей и склерой, нужно употреблять свежий материал.

На горизонтальном разрезе можно видеть, что вышеупомянутая граница идет снаружи кнутри, приблизительно параллельно оси глаза, по направлению к месту прикрепления цилиарной мышцы. Затем, она несколько загибается вдоль внутренней поверхности по направлению к оси. Таким образом, дно склерального желобка оказывается образованным склеральной тканью, хотя корнеосклеральная граница сначала и направляется к заднему краю желобка.

Если же исследовать вертикальный разрез, то оказывается, что корнеосклеральная граница идет очень косо так, что ее наружный конец лежит на 1 мм или более, ближе к глазной оси, чем внутренней.

Таким образом, корнеосклеральная граница встречается с наружной поверхностью склеры под углом меньше 90° . Это является главной причиной того, что на живом глазу белок склеры кажется не вполне резко отделенным от прозрачной роговицы, а имеется узкая, но все-таки хорошо видимая в лупу переходная полоса. Также и то обстоятельство, что соединительная оболочка только постепенно переходит в прозрачную роговицу, способствует неясности границы ее края.

Вверху и внизу это захождение склеры на роговицу выражено еще сильнее, чем с боков, и соответственно этому граница там еще более не ясна. Так как верхний край роговицы предпочтительно используется для операций, то вышеописанные соотношения имеют большое значение для оперативной техники. В общем склера обладает очень однообразным строением, но все-таки ближе к обеим поверхностям ее можно отметить некоторые изменения в строении, и только в таком нестрогом смысле слова можно говорить о различных слоях склеры.

Эти слои (считая снаружи кнутри): 1. Эписклеральная ткань 2. Собственно склера и 3. *lamina fusca sclera* (рис.46).

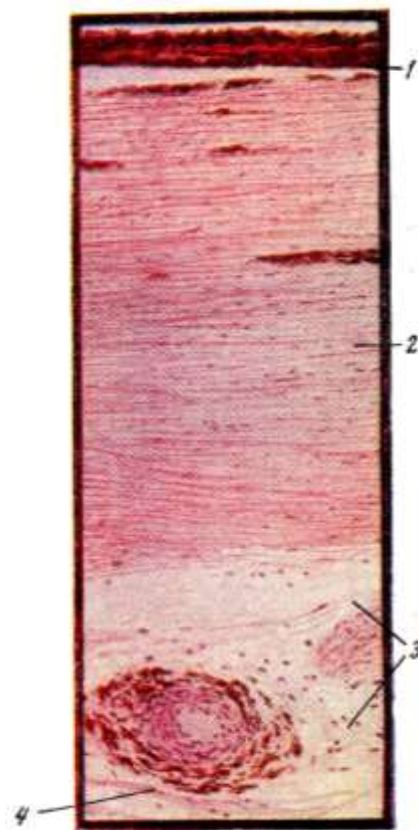


Рис.46. Склера (меридиональный срез).

1 – хориоидея; 2 – собственно склера, по внутренней ее границе рассеяны пигментные клетки – хроматофоры (*lamina fusca*); 3 – эписклера; 4 – темное кольцо хроматофор вокруг просвета артерии в эписклере.

1. **Эписклеральная ткань** состоит из более рыхлых и волнистых слоев, чем сама склера, пучки ее нежнее, более извиты и переплетаются в

разных направлениях. Она переходит кнаружи в выполняющую Теноново пространство рыхлую ткань. Кнутри ее пучки становятся плотнее, толще, сплетения их гуще, и, таким образом, она переходит в саму склеру. Главным же образом эта ткань характеризуется относительным богатством сосудами и, благодаря этому, легко отличается от бессосудистой ткани, выполняющей Теноново пространство и, от бедной сосудами склеры. Наиболее богаты сосудами те участки эписклеры, которые располагаются кпереди от мест прикрепления прямых мышц глаза, здесь с мышц на поверхность глазного яблока переходят 7 передних цилиарных артерий (одна артерия из наружной прямой мышцы и по 2 с остальных прямых мышц) и, наоборот, подходят к мышцам из глаза соответствующие вены.

Всего лучше можно наблюдать эписклеральную ткань воспаленных глаз, где отдельные маленькие сосудики бывают переполнены кровью. Многочисленными соединительнотканными тяжами, покрытыми эндотелием, эписклеральный слой связан с теноновой капсулой глаза.

Позади прикрепления прямых мышц глаза эписклеральная ткань образует тонкий слой с очень рыхлой сетью сосудов. Кпереди от прикрепления мышц эписклеральная ткань отличается большим развитием и более богата сосудами, так как сухожилия глазных мышц приносят собой толстый слой подобной же ей ткани, снабженной довольно крупными сосудами. Эта ткань, сохраняя все время одинаковую толщину, продолжается вплоть до *sulcus sclerae externus*, где она переходит в лимб. Толстые эластические волокна в большом количестве примешаны к ней.

Сосуды эписклеральной ткани (*aa. Episclerales*) сзади являются ветвями задних цилиарных артерий, спереди – передних. Эти ветви образуют сеть, в которой обычно одну артерию сопровождают две вены; петли этой сети сзади очень широки, и только кпереди от прямых мышц и по направлению к краю роговицы они постепенно становятся уже. Более густая капиллярная и венозная сеть существует только в этой передней части склеры. Сильное наполнение этой сети обуславливает, так называемую,

цилиарную инъекцию. В эписклере различают поверхностную сосудистую сеть (*plexus episcleralis*) и глубокую, граничащую непосредственно со склерой (*plexus scleralis*), хотя она расположена в сущности в глубоких слоях эписклеры (рис.47).

2. **Собственно склера** представляет собою плотную фиброзную ткань, пучки которой переплетаются в разнообразных направлениях и часто делятся под острым углом.



Рис.47. Склера, эписклера (большое увеличение).

1 – склера; ее коллагеновые волокна плотно прилежат друг к другу; между ними ядра фиброцитов; 2 – эписклера с выраженным рыхлым расположением ее волокон; 3 – эписклеральная сеть сосудов; 4 – глубокие склеральные сосуды на границе с эписклерой.

По крайней мере, такое впечатление получается на плоскостном разрезе. На разрезе же, идущем перпендикулярно к поверхности (рис.48) можно найти длинные тесьмообразные полосы (очевидно, пучки, разрезанные по длине) и короткие овальные или ланцетообразные поля (по-видимому, поперечные разрезы пучков).

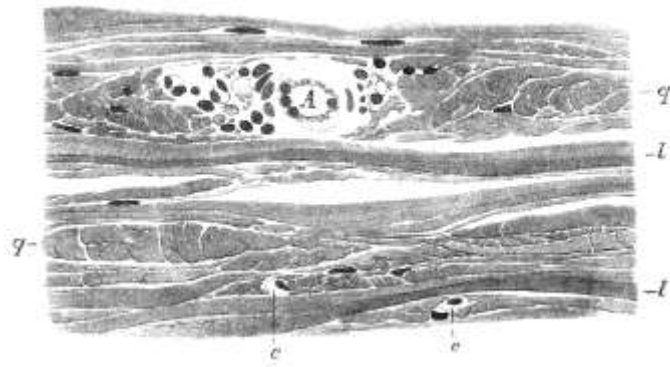


Рис.48. Перпендикулярный разрез склеры.

Пучки склеры идут по двум направлениям, – по меридиональному и по экваториальному.

Встречаются места, на которых попадают исключительно только экваториальные пучки. Подобное место представляет собой окружность зрительного нерва, другое такое же место – склеральный валик и ближайшие к нему части, но в остальных частях склеры пучки имеют самое разнообразное направление.

Правильное представление о строении склеры можно составить себе, если рассматривать ее внутреннюю поверхность. Если при этом и нельзя проследить каждый пучок в отдельности, то все же можно распознать преобладающее направление пучков, руководясь шелковистым блеском внутренней поверхности.

Так, например, непосредственно на заднем краю склерального желобка можно видеть экваториальные волокна (концентрические с краем роговицы). Далее кзади эти волокна образуют все более и более явственные петли, которые обращают свою выпуклость кзади и, таким образом, в конце концов, переходят в меридиональные пучки.

Если представить себе, что такое образование петель начинается во всех точках корнеосклеральной границы, то получится картина сплетения, в котором спереди преобладает круговое направление, а сзади – меридиональное (рис.49). В толще склеры, конечно, нельзя проследить таким

образом отдельный пучок, но весьма вероятно, что подобный принцип господствует и здесь, т. е., что все пучки образуют петли и что только в зависимости от того, как попадет петля в разрез, пучок кажется меридиональным, косым или экваториальным. В самой передней части склеры пучки ее волокон идут параллельно экватору, далее же кзади принимают вид больших петель, обращенных выпуклостью кзади; у места выхода зрительного нерва волокна склеры вновь располагаются параллельно экватору.



Рис.49. Ультраструктура нормальной склеры.

На электронной микрофотографии пучок коллагеновых фибрилл, ориентированный циркулярно. X 8 500.

Это различие в ходе склеральных волокон может быть учтено при производстве склеральных разрезов: края разрезов, произведенных по ходу склеральных волокон лучше адаптируются, менее расходятся.

Тогда как в переднем отделе пучки довольно нежны и имеют ясные границы, в заднем отделе можно видеть значительно более крупные пучки с дальнейшими подразделениями. Пучки эти имеют не совсем одинаковое направление и не могут быть точно отграничены друг от друга. Очень запутанное строение склеры кзади становится все более и более сложным.

Отдельный пучок склеральных волокон обнаруживает при рассматривании с плоскости, тонкую параллельную исчерченность (рис.50). Размер пучка в направлении этих полос считается длиной пучка, размер перпендикулярный к направлению полос и параллельный поверхности склеры – есть ширина, а размер перпендикулярный к поверхности склеры – есть толщина пучка. Длина пучка, несомненно, очень велика, во всяком случае под микроскопом ее измерить нельзя, потому что пучки постоянно оказываются обрезанными.

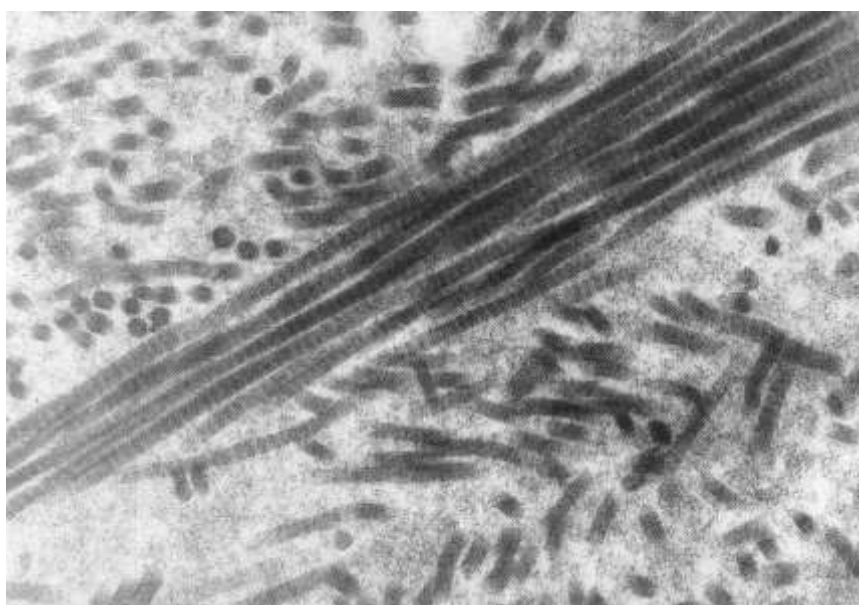


Рис.50. Ультраструктура нормальной склеры.

Электронная микрофотография продольно и поперечно срезанных коллагеновых фибрилл. Видна четкая поперечная исчерченность волокон с постоянным периодом, равным 64 нм. X 21 000.

Толщина пучков (измерение производилось на точных поперечных разрезах пучков) в переднем отделе 10-16 мкм. Ширина их меняется соответственно местоположению. Она равна в переднем отделе 100-140 мкм, а отношение между толщиной и шириной приблизительно 1:10-12. Поэтому поперечный разрез имеет вытянутую ланцетовидную форму (рис.51).

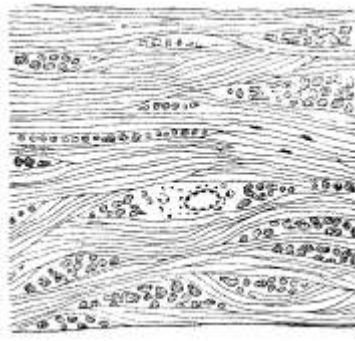


Рис.51. Поперечное сечение склеры.

Круговые пучки склерального валика гораздо уже (30-50 мкм) и отношение толщины к ширине в них 1:3, поперечный разрез овальный или имеет форму миртового листа. В заднем отделе часто бывает трудно с уверенностью сказать, где лежит граница пучка, так что точных измерений делать невозможно.

Почти все пучки идут параллельно поверхности и, если они, переплетаясь, и уклоняются несколько от этого направления, то все же эти отклонения очень незначительны. Только вдоль эмиссариев встречаются пучки, которые проходят косо или даже перпендикулярно к поверхности. Подобные пучки встречаются как раз вдоль узких сторон отдельных каналов.

Отдельный пучок состоит из тонких коллагеновых фибрилл, которые идут параллельно друг другу и длине пучка. Отсюда и происходит видимая на плоскостном разрезе тонкая исчерченность, которая определяет направление всего пучка. На продольном разрезе или также заметна исчерченность, или он скорее представляется гомогенным (рис.48, *l*). На поперечном разрезе нельзя распознать отдельных фибрилл, видны только их группы. Разрез пучка распадается поэтому на небольшие угловатые поля. Такова своеобразная его картина (рис.48, *q*). Коллаген является основным волокнистым материалом склеры. Он составляет около 70% сухой массы склеры.

Кроме этих фибрилл, в пучке есть обыкновенные эластические волокна. Они занимают периферию пучка, только немногие из них

проникают внутрь между группами фибрилл. Эластические волокна в общем идут также параллельно направлению пучков. Они гораздо нежнее, чем в другой соединительной ткани, и поэтому на продольном и плоскостном разрезах их можно узнать только при сильной окраске; лучше их видно на поперечном разрезе. Следует отметить, что эластические волокна склеры позволяют перераспределять и «гасить» напряжения, возникающие в стенках глазного яблока при внешних и внутренних воздействиях.

Между пучками, преимущественно в углах их перекреста, а в заднем отделе, где пучки не могут быть отделены точно друг от друга, как кажется, благодаря этому, и в самих пучках, лежат клетки фиксированные клетки – фиброциты.

При окраске по Хельду они (на плоскостном разрезе) оказываются перепончатыми образованиями. В высшей степени тонкое тело их (очень слабо окрашенное) переходит в отростки двух видов: более тонкие и более широкие. Тонкие отростки идут, приблизительно, параллельно пучкам, более широкие – перпендикулярно к ним. При помощи этих отростков клетки соединяются между собой. Они образуют синцитий. Ядра клеток обладают очень разнообразной формой, в зависимости от положения клетки, но по большей части они продолговаты, имеют тонкую хроматиновую основу и от 1 до 3 очень маленьких ядрышек.

Нередко наблюдаемые на плоскостном разрезе клетки в форме вытянутого веретена и снабженные также очень длинными ядрами, по-видимому, встречаются, главным образом, в углах разделения пучков. Отчасти, может быть, такой вид имеют те же плоские клетки, но только видимые с узкой стороны.

Плотность и толщина склеры не одинаковы. Чем глубже в ее толще располагаются коллагеновые волокна, тем больше их прочность, тем выше общая плотность склеральной ткани.

Клеточные и волокнистые элементы склеры погружены в основное вещество, образуемое гликозаминогликанами, протеинами и

протеинполисахаридными комплексами — протеогликанами и гликопротеинами.

В склере, кроме того, встречаются пигментные клетки и блуждающие клетки. Этот пигмент можно видеть на живом глазу там, где передние ресничные сосуды выходят из склеры.

Сосуды, встречающиеся в склере, распадаются на две группы. Одни только проходят сквозь нее и распадаются на капилляры в других тканях. Сюда относятся сосуды увеального тракта места прохождения которых уже описаны как эмиссарии. Но в склере есть еще много маленьких сосудов, которые собственно не служат для снабжения кровью этой оболочки, например, сосуды вблизи зрительного нерва. Здесь некоторые ветви коротких задних цилиарных артерий образуют анастомозы вокруг зрительного нерва — циннов или галлеров сосудистый круг или *circulus arteriosus nervi optici*, который, как показывает название, служит для снабжения кровью зрительного нерва, и в особенности *laminae cribrosae*. Иногда отдельные веточки этого сплетения через оболочки нерва и его диск проникают в сетчатку, образуя так называемые цилиоретинальные сосуды ее. Также и в самой передней части склеры кзади и кнаружи от Шлеммова канала находятся довольно многочисленные сосуды, так как здесь сквозь нее проходят передние цилиарные вены.

Насколько незначительна вторая группа, т. е. насколько мало сосудов принадлежит самой ткани склеры, всего яснее можно видеть в области экватора: здесь лишь кое-где виднеются капилляры; при поверхностном наблюдении кажется, что в ткани совсем нет сосудов.

Нервы склеры — это ветви цилиарных нервов. Они ответвляются в перихориоидальном пространстве и распространяются главным образом, в двух внутренних третях толщи склеры, где, по-видимому, образуют сплетение подобное тому, которое находится в строме роговицы.

Окончания нервов в склеральной ткани тройкого рода: чувствительные — оканчивающиеся свободно, трофические — оканчивающиеся в

соединительнотканых клетках, вазомоторные, имеющие окончания в сосудах. Имеется еще богатая сеть нервных фибрилл в бурой пластинке.

Кроме того, передняя часть склеры пронизана еще многочисленными тонкими нервами, снабжающими роговицу.

Гистологические отношения в местах прикрепления сухожилий лучше всего изучать на разрезах, проведенных перпендикулярно к линии прикрепления (следовательно, у прямых мышц на меридиональных разрезах). Само сухожилие (рис.52, *Mr*) при этом состоит из захваченных сплошь продольно пучков коллагеновых фибрилл, которые подкрепляются толстыми эластическими волокнами. Это, если не принимать во внимание разницы в толщине последних волокон, та же самая ткань, из которой состоит и склера, только расположение волокон в ней иное: в сухожилии все пучки лежат параллельно между собою.

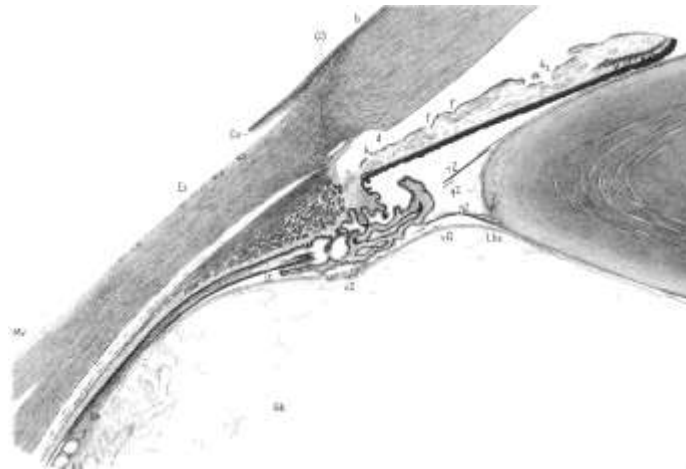


Рис.52. Корнеосклеральное сочленение.

Отсюда происходит его своеобразный шелковистый блеск. В склере же пучки многократно переплетаются и, благодаря этому, она выглядит матовой. Ткань сухожилия переходит в таком виде прямо в склеру, причем пучки раздвигаются и переплетаются с поперечными и косыми пучками склеры, в дальнейшем уже принимая на себя роль склеральных пучков соответствующего направления. Только исчезновение толстых эластических волокон характеризует границу между ними.

3. Бурая пластинка склеры (*Lamina fusca sclerae*). Внутренний слой склеры состоит из истонченных волокон склеры с примесью эластической ткани и пигментсодержащих клеток (хроматофоров) и покрыт эндотелием. Внутренняя поверхность склеры на вид отличается большей гладкостью, нежели наружная и спереди выглядит шелковисто-блестящей. Кзади она принимает все более усиливающуюся коричневую окраску и становится матовой, вследствие большего количества примыкающих к ней супрахориоидальных пластинок и вследствие появления в самой склере пигментных клеток. На разрезе местами можно заметить блеск, как у сухожилий.

Поблизости от внутренней поверхности пучки соединительной ткани становятся тоньше и плотнее, эластические волокна многочисленнее и грубее, в промежутках ткани имеются ветвистые пигментные клетки (хроматофоры). В заключение все образование (на внутренней поверхности) ограничивается слоем эндотелия. Эта незначительная модификация основной ткани на внутренней поверхности и соответствует *lamina fusca*. Имя свое она получила за коричневатую окраску, которую придают внутренней поверхности склеры пигментные клетки. Бурую пластинку отпрепарировать нельзя, так как она непосредственно переходит в склеру. В гистологическом отношении *lamina fusca* служит переходом к супрахориоиде.

Пигментация в *lamina fusca* неравномерна: спереди, сразу позади от склерального валика *lamina fusca* почти бесцветна. На дальнейшем протяжении коричневатая окраска появляется только пятнами. Кзади она обычно усиливается. По ходу более крупных цилиарных нервов и соответственно тем пучкам, которые образуют цилиарные артерии вместе с сопровождающими их нервами, пигментация также выражена слабее. Поэтому в горизонтальном меридиане на внутренней стороне склеры особенно резко выделяются две широкие белые дорожки.

В силу своей структуры склера подвержена развитию патологических процессов, характерных для коллагенозов.

Ткань склеры бедна сосудами и почти лишена чувствительных нервных окончаний. Сосуды склеры делятся на: 1) сосуды, проходящие через склеру и 2) на собственно сосуды склеры.

К поверхности склеры крепятся 6 глазодвигательных мышц. Кроме того, в ней имеются особые каналы (выпускники, эмиссарии), по одним из которых к сосудистой оболочке проходят некоторые артерии и нервы, а по другим – отходят венозные стволы различного калибра (рис.53).

Проходящих через склеру сосудов 3 группы: а) близ края роговой оболочки через склеру идут ветви передних цилиарных артерий и вен; б) около экватора через склеру из глаза выходят четыре водоворотные вены (иногда шесть); в) вокруг зрительного нерва входят в глаз задние цилиарные артерии.

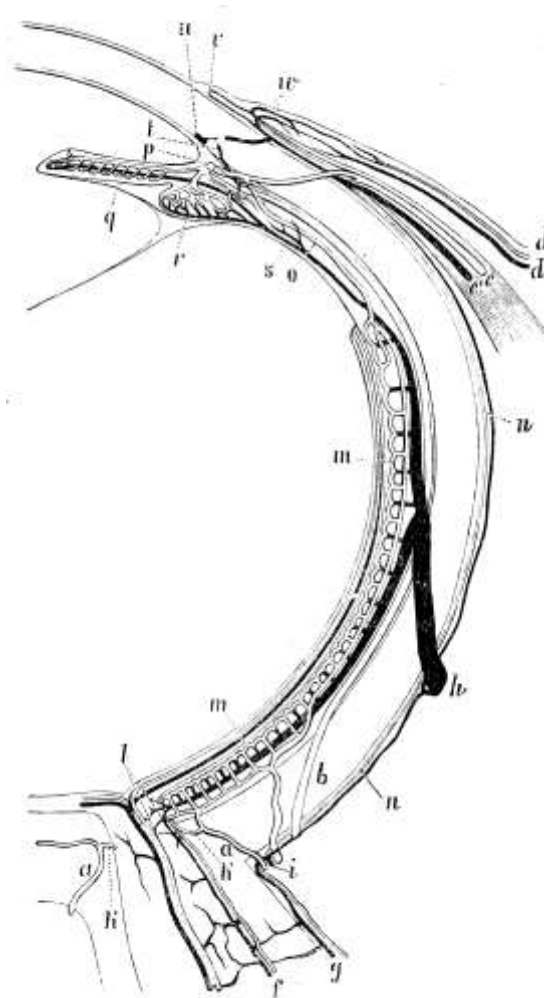


Рис.53. Схематическое изображение сосудов глаза.

a, a A.a. ciliares posticae breves; *b*, A. ciliaris postica longa; *c, c'*, A. и V. ciliaris antica; *d, d'*, A. и V. conjunctivalis posterior; *e, e'*, A. и V. centralis retinae; *f*, сосуды мягкой оболочки зрительного нерва; *g*, сосуды твердой оболочки зрительного нерва; *h*, V. vorticiosa; *i*, V. ciliaris postica brevis; *k, k'* ветви A.a. ciliares posticae breves к зрительному нерву; *l*, анастомозы сосудов сосудистой оболочки с сосудами зрительного нерва; *m*, Choriocapillaris; *n, n'*, эписклеральные артерии и вены; *o*, A. recurrens choroideae; *p*, поперечный разрез Circulus arteriosus iridis major; *q*, сосуды наружной оболочки; *r*, цилиарные отростки с их сосудами; *s*, ветвь V. vorticosae из радужной оболочки и цилиарного тела; *t*, веточка передней цилиарной вены из цилиарной мышцы; *u*, Шлеммов канал; *v*, петли сосудов вокруг края роговой оболочки; *w*, A. и V. conjunctivalis anterior.

Собственные сосуды склеры происходят из широкопетливой эписклеральной сосудистой сети, получающей кровь частью из задних, особенно же из передних цилиарных артерий; венозная кровь идет в передние ресничные вены, водоворотные вены и сзади в маленькие самостоятельные стволы (*venulae ciliares posticae breves*), несущие кровь только из склеры.

Эписклеральная сеть особенно густа вокруг роговой оболочки, на протяжении 5-6 мм; у заднего полюса эта сеть переходит в такую же сеть твердой оболочки зрительного нерва (рис.53 *g*). Ветви *art. ciliares posticae breves* образуют в склере у входа зрительного нерва *circulus arteriosus Zinnii* (рис.53 *kk*). Последний снабжает кровью интрасклеральную и антрахориоидальную часть зрительного нерва, головку его, а иногда прилежащую сетчатку, составляя так называемые цилиоретинальные ее сосуды.

Бедность склеры сосудами является главной причиной того, что заболевания этой оболочки относительно редки.

Кроме сосудов через склеру проходят цилиарные нервы, от которых получает веточки и сама склера. Нервы склеры – чувствительные и сосудодвигательные происходят из цилиарных нервов. Они прободают склеру в окрестности зрительного нерва. Чувствительные нервные окончания находятся во всех отделах и во всех слоях склеры. Особенно много их в области, соответствующей цилиарному телу и в корнеосклеральной области. Распределение чувствительных нервов склеры происходит главным образом в толще двух внутренних третей склеры. Кроме сенсорных нервов, имеются вегетативные и сосудодвигательные. Заслуживают внимания проходящие

через склеру в области цилиарного тела, так называемые нервные петли Аксенфельда. Нервный ствол, проникнув из супрахориоидального пространства в передний эмиссариум и достигнув наружной поверхности склеры, иногда даже выступая над наружным отверстием эмиссария, делает петлю и возвращается обратно по тому же эмиссарию. Нервные окончания в склере похожи на окончания в сухожилиях и твердой мозговой оболочке и представляют собой древовидные разветвления различной величины и формы. В толще нервных стволиков, идущих в ткани склеры, встречаются ганглиозные нервные клетки (рис.54).

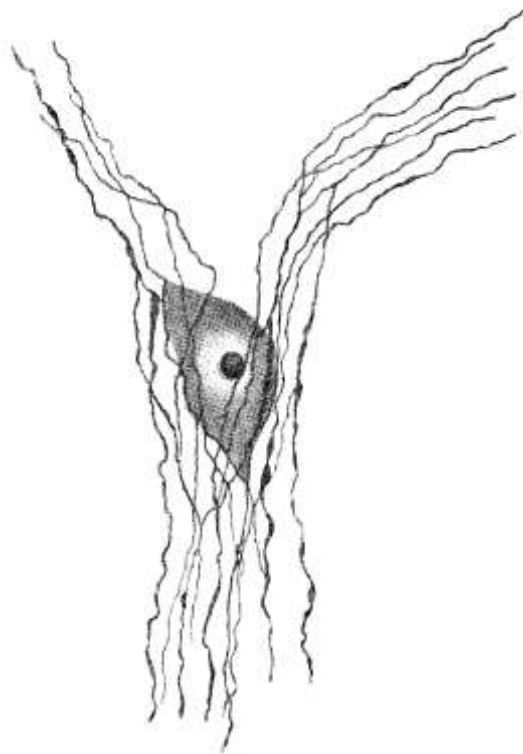


Рис. 54. Ганглиозная клетка склеры.

По обеим сторонам зрительного нерва снаружи и изнутри от него в склере можно заметить длинные цилиарные артерии: наружную и внутреннюю, имеющие вид синеватых полосок.

По обеим сторонам вертикального меридиана позади экватора проходят вортикозные вены. Число их обычно 4 и расположены они в виде двух пар – верхней и нижней.

Эмиссарии коротких задних цилиарных артерий, количеством около 20, расположены вокруг зрительного нерва и имеют различное направление (прямое, косое или изогнутое). Внутренние концы их часто лежат ближе к месту выхода зрительного нерва, чем наружные. Как известно, задние длинные цилиарные артерии в количестве 2 сопровождаются крупными нервными стволами. Артерии входят в склеру по обе стороны от зрительного нерва одна на 3,9 мм кнаружи от него, другая на 3,6 мм кнутри. Они имеют общий выпускник, длина которого по склере при строго горизонтальном направлении равна 3-7 мм. Они проходят очень косо по направлению снаружи сзади кнутри и вперед. Наружная (задняя) часть такого эмиссария проходит совсем полого, почти параллельно наружной поверхности склеры (рис.55).

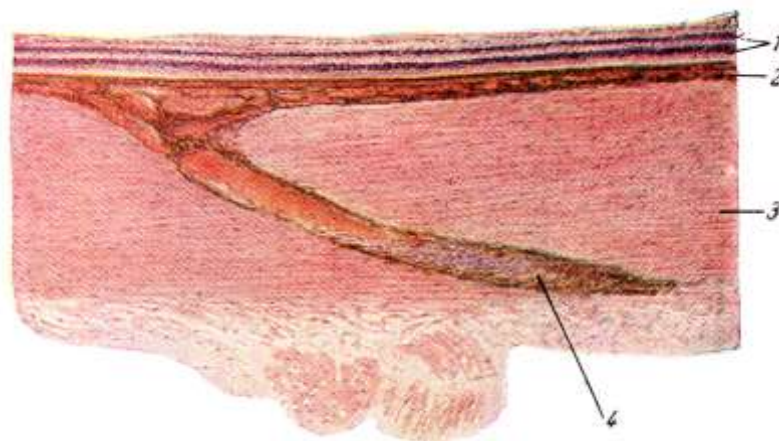


Рис. 55. Эмиссарий задней длинной цилиарной артерии, косо пересекающей склеру.

1 – сетчатка; 2 – хориоидея; 3 – склера; 4 – эмиссарий: просвет его частично вскрыт, артерия заполнена кровью; хроматофоры вдоль эмиссария.

Наружное отверстие эмиссария спереди ограничено острым полулунным краем, а сзади переходит в желобок наружной поверхности склеры. Внутренний конец эмиссария заканчивается круче, сзади имеет острый полулунный край, а кпереди переходит в более короткий и менее заметный желобок. На продольном разрезе эмиссарий представляется пологой дугой, вогнутость которой обращена кнутри. Наконец, эмиссарии передних цилиарных сосудов, локализующиеся в переднем отделе склеры,

имеют преимущественно вертикальное направление и отличаются относительно большой шириной. Задние длинные цилиарные артерии сопровождаются крупными нервами; поэтому на поперечном разрезе соответствующий эмиссарий (рис.56) имеет вид двух закругленных канальцев, лежащих тесно друг около друга и разделенных тонкой перегородкой из склеральной ткани. В одном из канальцев лежит артерия (A), в другом – нерв (N), оба прикреплены рыхлой соединительной тканью к стенке эмиссария. Направление их строго меридионально и горизонтально.



Рис.56. Задняя длинная цилиарная артерия и нерв.

Четыре выпускника вортикозных вен находятся в области экватора глаза и просекают склеру очень косо по направлению снаружи сзади кнутри и вперед.

Длина одного из них (верхне-височного) достигает 4,6 мм, а остальных – 3,0 мм. Эмиссарии вортикозных вен больше уклоняются от меридионального направления: их внутренние концы дальше от вертикального меридиана, чем наружные. На поперечном разрезе эмиссария виден широкий и низкий просвет (рис.57).



Рис.57. Эмиссарий водоворотной вены.

Тонкая стенка вены на широких сторонах просвета прилежит безо всякого промежутка прямо к склере, только на узких сторонах встречается некоторое количество рыхлой промежуточной соединительной ткани (рис.58). Эмиссарии передних цилиарных артерий (5-6) проходят гораздо менее косо, часто почти перпендикулярно к поверхности склеры и нередко отличаются значительной шириной.

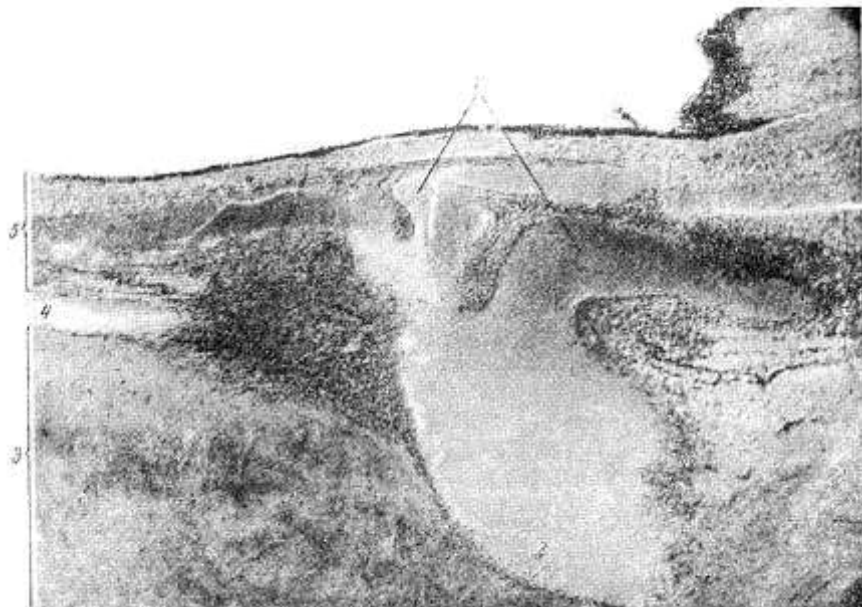


Рис.58. Эмиссарий вортикозной вены.

1 – слияние вен хориоидеи в ампулу (2) вортикозной вены; 3 – склера; 4 – супрахориоидея; 5 – хориоидея.

На этих эмиссариях можно иногда видеть интрасклеральные нервные петли. Эти петли соответствуют тем отклонениям в ходе, обыкновенных цилиарных нервов, которые скорее всего можно встретить под *musculus rectus superior*, но далеко не на всех глазах.

Соответствующий цилиарный нерв отличается особенной толщиной, он проходит обычно сзади через перихориоидальное пространство, затем проникает через эмиссарий до наружной поверхности склеры, там резко перегибается и снова по эмиссариям идет внутрь глаза и в цилиарное тело, где и распределяется подобно остальным нервам. Вершина петли особенно толста вследствие внедрения богатой ядрами соединительной ткани и может даже заключать в себе ганглиозные клетки.

В нормальных условиях все эти каналы заполнены проходящими в них сосудами и нервами и не содержат открытых лимфатических щелей, по которым могло бы поддерживаться свободное сообщение между перихориоидальным и влагалищным (теноновым) пространством. Но при патологических условиях они представляют своего рода приготовленные пути, по которым злокачественные новообразования сосудистой оболочки могут прорасти через склеру в окружающие глазное яблоко ткани.

Косое направление большинства эмиссариев имеет целью предотвращать натяжение и перегибы при движениях глазного яблока или при аккомодативных смещениях сосудистой оболочки.

Склера начинает развиваться на восьмой неделе внутриутробного развития путем уплотнения мезодермы, развития межутробного вещества, постепенного увеличения количества эластических и коллагеновых волокон (раньше всего в переднем отделе), а на восьмом месяце происходит развитие решетчатой пластинки зрительного нерва. Склера новорожденного в переднем отрезке мало отличается по толщине от склеры взрослого. Вблизи входа зрительного нерва склера ребенка относительно крепка. Но она более растяжима, чем у взрослого. Только в детском глазу повышение

внутриглазного давления вызывает равномерное растяжение склеры – гидрофтальм.

Ригидность склеры детей и подростков имеет большое значение в формировании рефракции глаз, особенно близорукости. Растяжимость и эластичность склеры значительно изменяется в ходе индивидуального развития животного. Растяжимость склеры и эластичность ее снижаются с возрастом; при этом снижение эластичности склеры происходит быстрее, чем снижение растяжимости. В период интенсивного роста организма растяжимость склеры велика при недостаточности запаса эластичности, что не дает возможности поддерживать постоянный объем глаза. Полагают, что в процессе обычной эметропизации глаза в период роста и созревания детского организма известная роль принадлежит состоянию растяжимости и эластичности склеры.

Плотность и толщина склеры не одинаковы. Чем глубже в ее толще располагаются коллагеновые волокна, тем больше их прочность, тем выше общая плотность склеральной ткани. Следует отметить, что с возрастом и при различных патологических состояниях толщина и плотность склеры изменяются. Одним из показателей такого изменения служит коэффициент ригидности склеры. Обычным является накопление липидов между волокнами и клетками, особенно в глубоких слоях, вследствие чего ткань склеры может приобретать желтоватый оттенок, который более заметен в переднем и заднем отделе и менее – в области экватора. Имеют тенденцию накапливаться гиалин и выпадать соли кальция. После 50-летнего возраста происходит постепенное утолщение и повышение ригидности склеры в ее средних слоях, что может отражаться на результатах измерения внутриглазного давления. Это связано с уменьшением эластических волокон и потерей клеточных элементов. Ригидность склеры повышается (а эластичность, как следствие, снижается) с возрастом и при ряде заболеваний, например, первичной открытоугольной глаукоме.

Основные функции склеры: каркасная (остов глазного яблока) и защитная (от воздействия повреждающих факторов, боковых засветов сетчатки). В физическом отношении склера характеризуется высокими эластодинамическими показателями. К тому же, имея большой радиус кривизны, склера более способна к колебательным движениям, вследствие чего она легче вдавливается и таким образом уклоняется от действия инородного тела.

Склера достаточно плотна и прочна, ее растяжимость незначительна, особенно в зрелом возрасте. В то же время, когда по каким-либо причинам снижена естественная сопротивляемость склеры в целом или отдельных, более тонких ее участков, может наблюдаться растяжение данной оболочки (склероектазии), возникающее преимущественно в условиях повышенного внутриглазного давления. Значительные растяжения склеры (*staphyloma*) наблюдается при детской глаукоме (бычий глаз). Ограниченное (локальное) растяжение склеры может развиваться вследствие ненормальной ее податливости, обусловленной (на фоне внутриглазного давления) предшествующими заболеваниями этой оболочки (склериты, дегенеративные изменения, травмы и т. д.).

Главная, опорная, функция склеры определяется ее биомеханическими свойствами, основные из которых – механическое напряжение, прочность и упругость. Их качественные и количественные характеристики обуславливаются, во-первых, концентрацией коллагена, плотностью упаковки коллагеновых волокон и их архитектоникой, во-вторых, составом и пространственной структурой протеогликановых комплексов, а также способом их взаимосвязи с волокнами, в-третьих, наличием в этих биополимерах стабилизирующих внутри- и межмолекулярных связей.

Неодинаковы деформационные свойства склеры экваториальной и макулярной зон. Несмотря на то, что склера макулярной области глаза имеет максимальную толщину, она более растяжима, чем склера экваториального

пояса. При равномерном распределении приложенных сил нормальная склера менее устойчива в сагиттальном направлении, чем в экваториальном.

Врожденные аномалии:

– Синдром синих склер (остеопсатироз идиопатический врожденный, ломкость костей, болезнь Лобштейна-Ван дер Хеве-де Клейна и другие синонимы). Синдром представляет семейно-наследственное, врожденное, доминантное заболевание с высокой пенетрантностью. Относится к группе конституциональных аномалий соединительной ткани. Встречается редко – 1 случай на 40000-60000 новорожденных.

Основные наиболее постоянные симптомы состоят из триады: 1) бросающейся в глаза синей окраски склер (100% случаев), 2) легкой ломкости костей, приводящей иногда в результате предшествовавших многочисленных переломов к обезображивающим деформациям скелета (65%), 3) глухоты, возникающей почти в половине всех случаев (45%), обычно в юношеском возрасте, на почве отосклероза.

Своеобразный серовато-синий цвет склер обусловлен просвечиванием подлежащего пигментированного сосудистого тракта (рис.59).



Рис.59. Синдром голубых склер.

По одним авторам, это происходит на почве патологического истончения склеры, по другим – вследствие необычной ее полупрозрачности при нормальной толщине. На основании этого предлагается более правильный для обозначения данной патологии термин – «прозрачная склера». В

исследованиях установлены истончение склеры, уменьшение количества коллагеновых и эластических волокон, метахроматическая окраска основной субстанции, указывающая на увеличение содержания мукополисахаридов, что свидетельствует о незрелости фиброзной ткани при этом синдроме, персистенцию эмбриональной склеры. Сине-голубая окраска склеры при этом синдроме выявляется уже при рождении; она более интенсивна, чем у здоровых новорожденных, и не исчезает к 5-6-му месяцу, как обычно. Размеры глаз, как правило, не изменены. Помимо синих склер, могут наблюдаться другие аномалии глаза: передний эмбриотоксон, гипоплазия радужки, зонулярная или кортикальная катаракта кератоконус, глаукома, ювенильный хориоидальный склероз, цветослепота, помутнения роговицы по типу пятнистой дегенерации и др.

Синдром Элерса-Данлоса – заболевание, имеющее доминантный и аутосомно-рецессивный тип наследования. Начинается в возрасте до 3 лет, характеризуется повышенной растяжимостью кожи, ломкостью и ранимостью ее сосудов, слабостью суставно-связочного аппарата. Нередко у этих больных наблюдаются голубая склера, микрокорнея, кератоконус, подвывих хрусталика, отслойка сетчатки. Слабость склеры может привести к ее разрыву даже при незначительных травмах глазного яблока.

Голубые склеры также могут быть проявлением окулоцереброренального синдрома Лове, аутосомно-рецессивного заболевания, поражающего только мальчиков. У больных с рождения выявляется катаракта в сочетании с микрофтальмом, у 75% больных повышено внутриглазное давление, в результате чего растягивается склера и появляется ее голубая окраска.

– Меланоз склеры может быть частичным или распространенным, иногда – диффузным. Последний является обычно проявлением врожденного и, вероятно, наследственного общего меланоза глазного яблока (рис.60).



Рис.60. Меланоз склеры. Склера в нижнее-латеральном отделе глазного яблока пигментирована; пятна состоят из отдельных мелкоточечных, местами сливающихся вкраплений.

Врожденный меланоз склеры характеризуется ее очаговой или диффузной пигментацией вследствие гиперплазии пигмента увеальной ткани. Большая часть пигмента скапливается в поверхностных слоях склеры и эписклере, глубокие слои склеры относительно мало пигментированы.

Пигментные клетки – типичные хроматофоры, длинные отростки которых проникают между склеральными волокнами. Пигментация склеры обычно бывает проявлением меланоза глаза. Врожденный меланоз склеры – наследственное заболевание с доминантным типом наследования. Процесс чаще односторонний, лишь у 10% больных поражаются оба глаза.

При меланозе на склере имеются пятна серовато-голубоватого, аспидного, слабо-фиолетового или темно-коричневого цвета на фоне обычной окраски. Пигментация может быть в виде: отдельных маленьких пятнышек в периваскулярных и периневральных зонах; больших изолированных островков; изменения окраски по типу мраморной склеры.

Помимо меланоза склеры, как правило, наблюдаются выраженная пигментация радужки, обычно в сочетании с нарушением ее архитектоники, темная окраска глазного дна, пигментация диска зрительного нерва. Часто выявляется перикорнеальное пигментированное кольцо. Возможна пигментация конъюнктивы или кожи век. Меланоз, как правило, выявляется с рождения; пигментация усиливается в первые годы жизни и в пубертатном

периоде. Диагноз устанавливают на основании характерной клинической картины. Меланоз необходимо дифференцировать от меланобластомы ресничного тела и сосудистой оболочки.

Меланоз склеры и глаза в целом не носит патологического характера. Однако из пигментированных очагов могут развиваться злокачественные меланомы, особенно в пубертатном периоде. В связи с этим больные с меланозом должны находиться под диспансерным наблюдением.

Резко черного цвета окраска склеры отлагающейся в ней гомогентизиновой кислотой при врожденной алкаптонурии –наследственном заболевании, связанным с нарушением обмена тирозина – носит название охроноза склеры. Страдание обусловлено недостаточностью фермента гомогетиназы, что приводит к накоплению в организме гомогентизиновой кислоты. Откладываясь в тканях, она окрашивает их в темный цвет. Характерно потемнение склеры и хрящей. В роговице возле лимба на 3 и 9 часах откладываются гранулы коричневого цвета. Наблюдается симметричное поражение глаз. При алкаптонурии также происходит пигментация кожи ушей и носа, моча окрашивается на воздухе в черный цвет, нередко остеоартриты. Меланоз склеры лечению не подлежит.

– Желтоватое окрашивание склеры в сочетании с экзофтальмом, косоглазием, пигментным перерождением сетчатки и слепотой может быть признаком врожденного нарушения жирового обмена (ретикулоэндотелиоз, болезни Гоше, Ниманна-Пика). Изменение окраски склеры типа меланоза может наблюдаться при наследственном нарушении углеводного обмена – галактоземии.

– Врожденные кисты склеры – очень редкое заболевание. Как правило, встречаются не изолированные кисты склеры, а корнео-склеральные поражения. Киста, обычно величиной с небольшую горошину, имеет широкое основание, неподвижно фиксирована, заполнена прозрачным водянистым содержимым, примерно одинаково распространяется на роговицу и склеру. Стенка кисты является соединительнотканной

образованием и выстлана одним или несколькими слоями эпителия. Киста может соединяться с передней камерой. Кисты имеют тенденцию к росту и способны внезапно быстро увеличиваться, чаще в сторону склеры. Лечение кисты – хирургическое: иссекают переднюю стенку кисты и выскабливают, очищают ее заднюю стенку.

- Дермоидные кисты склеры встречаются редко, чаще наблюдаются дермоиды конъюнктивы, склеры и роговицы.

- Врожденные колобомы склеры редкая аномалия. В склере наблюдается достигающая лимба щель, через которую выбухает сосудистая оболочка.

- Вторжение склеры в роговицу редкая аномалия, при которой слои склеры проникают в роговицу в виде серпа.

- Наличие хряща в склере – очень редкая аномалия. Характеризуется наличием в склере полупрозрачных пластинок гиалинового хряща.

Как уже отмечалось выше, место перехода роговицы в склеру называется лимбом. В области лимба поверхностные слои склеры надвигаются на роговицу, прикрывая ее своей непрозрачной тканью. Лимб представляет собой полупрозрачное кольцо шириной в среднем 1 мм. Сверху и снизу оно несколько шире, чем на остальном протяжении, и может достигать 2,5 мм. Это обуславливает слегка эллиптическую форму роговицы. Видимая часть лимба называется наружным, а субконъюнктивальная – внутренним лимбом. Такая градация отделов лимба имеет важное значение при выборе и осуществлении микрохирургических операций по поводу катаракты, глаукомы и др. По ряду причин эта анатомическая область представляет особый клинический интерес. Во-первых, здесь происходит слияние трех совершенно разных структур – роговицы, склеры и конъюнктивы глазного яблока. По этой причине эта зона может быть исходным пунктом для развития полиморфных патологических процессов, начиная от воспалительных и аллергических, до опухолевых (папиллома, меланома) и связанных с аномалиями развития (дермоид). Во-вторых,

лимбальная зона богато васкуляризирована за счет передних цилиарных артерий (ветви мышечных артерий), которые в 2-3 мм от нее отдают веточки не только внутрь глаза, но и еще в трех направлениях: непосредственно к лимбу (образуют краевую сосудистую сеть), к эписклере и прилежащей конъюнктиве (образуют сплетение передних конъюнктивальных сосудов). В-третьих, по окружности лимба расположено густое нервное сплетение, образованное короткими и длинными цилиарными нервами. От него отходят ветви, входящие затем в роговицу. Базальные клетки эпителия роговичной части лимба выполняют функцию стволовых, обеспечивая постоянное восполнение нормального эпителиального покрова роговицы.

Таким образом, любые нарушения зоны лимба ведут к серьезным последствиям. Например, гибель стволовых клеток роговичного эпителия обуславливает их дисфункцию с возникновением, так называемой лимбальной недостаточности, когда эпителизация роговицы возможна только за счет эпителия конъюнктивы, содержащего бокаловидные клетки. Но ввиду слабой адгезии конъюнктивального эпителия со стромой роговицы могут возникать персистирующие или рецидивирующие эрозии роговицы с хроническим раздражением глаза.

Подобное осложнение сопровождается медленным вращением в роговицу поверхностных и глубоких сосудов с формированием фиброваскулярного pannusa (конъюнктивализация). По этиологическим факторам различают первичную и вторичную лимбальную недостаточность:

- первичная обусловлена патологическими состояниями, связанными с неполноценностью окружающих тканей в поддержании жизнедеятельности стволовых клеток лимба (аниридия, врожденная эритрокератодермия, нейротрофическая кератопатия, кератиты при множественной эндокринной недостаточности, хронический лимбит);
- вторичная возникает под действием внешних неблагоприятных факторов, повреждающих стволовые клетки лимба (ожоги глаз, синдром Стивенса-Джонсона, рубцовый пемфигOID, герпетические и аденовирусные

кератиты, розацеа-кератит, кератопатия от ношения контактных линз, буллезная кератопатия, лучевая кератопатия, персистирующие эрозии и роговичные язвы, опухоли, множественные повторные оперативные вмешательства в зоне лимба и др.).

В случаях, когда происходит дисфункция всей популяции стволовых клеток роговичного эпителия возникает тотальная (полная) лимбальная недостаточность. Для которой характерно развитие конъюнктивализации по всей окружности лимба с образованием тотального фиброваскулярного паннуса. При неполной дисфункции стволовых клеток лимба возникает частичная лимбальная недостаточность, при которой проявления конъюнктивализации охватывают лишь сектор роговицы, на который распространяется дисфункция стволовых клеток. В этом секторе роговицы с неповрежденным лимбом сохраняется нормальный роговичный эпителий без признаков сосудистой инвазии.

По протяжению лимба спереди идет неглубокая бороздка *sulcus sclerae externus*. Углубление незаметно, так как заполнено тканью конъюнктивы. Со стороны передней камеры, соответственно этой бороздке, изнутри расположен более глубокий желобок *sulcus sclerae internus*. Гистологически граница лимба проходит косо, по линии соединения окончаний боуменовой и десцеметовой оболочек. Эпителий лимба резко утолщается за счет увеличения его слоев до 10 и более. Эпителиальные клетки здесь значительно мельче и теснее расположены. Ядра их интенсивно окрашены. Иногда в базальном слое наблюдаются зерна пигмента, что у животных отмечается довольно часто. У переднего края лимба боуменова оболочка исчезает, нижняя граница эпителия становится волнистой. Подэпителиальный слой теряет характер роговичной ткани с закономерным расположением ее пластинок. Под эпителием появляется нежная соединительная ткань – конъюнктива с ее краевой петливой сосудисто-нервной сетью. Зона лимба отличается богатой васкуляризацией (рис.33). Передние конъюнктивальные артерии, ветви передних цилиарных, проходят

эписклерально и разделяются на две ветви. Более толстая ветвь направляется радиально кпереди. Ее конечные ветви, анастомозируя друг с другом, образуют краевую сеть с концевыми петлями в области лимба, на границе с роговицей.

Вторая рекуррентная ветвь конъюнктивных артерий загибается кзади и разветвляется в перилимбальной зоне конъюнктивы, анастомозируя с задними конъюнктивными сосудами. Вены лимба сопровождают артерии, просвет их шире артерий, они более извиты.

В краевой петливой сети различают две зоны: 1) зону краевых петель, характеризующуюся наличием одного слоя сосудов, эписклерально расположенного, и 2) зону палисад с характерным для нее наличием двух слоев сосудов: одного глубокого, расположенного эписклерально, другого поверхностного, образованного рекуррентными ветвями. Лимб богат нервными разветвлениями. Отсюда нервные ветви входят в роговицу. Патологические процессы, распространяющиеся на лимб, одновременно оказывают вредное воздействие и на сосуды лимба, и на нервные сплетения. Известно, что химические ожоги, в области лимба, вызывают особо тяжелые повреждения роговицы: она мутнеет, размягчается в результате некроза и может быстро распадаться.

Лимбальное кольцо фиброзной капсулы глаза играет особую роль в поддержании стабильности объема глазного яблока, а, следовательно, и постоянства длины и клинической рефракции глаза. Здесь, во внутреннем углублении склеры размещается аппарат, обеспечивающий дозированный отток постоянно образующейся внутриглазной жидкости.

С внутренней стороны по переднему краю склеры проходит циркулярный желобок шириной до 0,75 мм. Задний край его несколько выступает кпереди и носит название склеральной шпоры, к которой крепится цилиарное тело (переднее кольцо прикрепления сосудистой оболочки). Передний край желобка граничит с десцеметовой оболочкой роговицы. На дне его у заднего края находится венозный синус склеры (Шлеммов канал).

Остальная часть склерального углубления занята трабекулярной диафрагмой. Ограниченный от передней камеры пластом проницаемой для внутриглазной жидкости трабекулярной ткани, углубленный в склеру синус (шлеммов канал) связан с системой влагосодержащих сосудов (водяные вены) и далее с венозной эписклеральной сетью.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один или несколько правильных ответов

1. РОГОВАЯ ОБОЛОЧКА СОСТАВЛЯЕТ ____ ЧАСТЬ ФИБРОЗНОЙ КАПСУЛЫ ГЛАЗА

- 1) 1/2
- 2) 2/3
- 3) 1/6
- 4) 2/5
- 5) 1/4

2. СЛОЯМИ ПРЕКОРНЕАЛЬНОЙ ПЛЕНКИ ЯВЛЯЮТСЯ

- 1) муциновый
- 2) водянистый
- 3) слезный
- 4) липидный
- 5) белковый

3.ГИСТОЛОГИЧЕСКИ В РОГОВИЦЕ РАЗЛИЧАЮТ

- 1) 2 слоя
- 2) 3 слоя
- 3) 4 слоя
- 4) 5 слоев
- 5) 6 слоев

4.ЭПИТЕЛИЙ РОГОВИЦЫ ВЫПОЛНЯЕТ ФУНКЦИИ

- 1) опорную
- 2) оптическую
- 3) осмотическую
- 4) тектоническую
- 5) дыхательную

5.САНОГЕНЕЗ ЭПИТЕЛИЯ РОГОВИЦЫ ЭТО

- 1) способность эпителия отторгать внедрившиеся инородные тела
- 2) способность довольно быстрого восстановления целостности
- 3) способность уничтожать патогенную микрофлору
- 4) способность к формированию рубцовой ткани
- 5) способность к образованию сосудов

6.ДЛЯ НАРУЖНОЙ ПОГРАНИЧНОЙ МЕМБРАНЫ РОГОВИЦЫ ХАРАКТЕРНЫ СЛЕДУЮЩИЕ СВОЙСТВА

- 1) сильное светопреломление
- 2) отсутствие резкой границы со стромой роговицы
- 3) хорошая сопротивляемость травматическим воздействиям
- 4) отсутствие способности к регенерации
- 5) выраженная устойчивость к инфекции

7.КЕРАТОЦИТЫ В ВЕЩЕСТВЕ РОГОВИЦЫ СОСТАВЛЯЮТ

- 1) 2%;
- 2) 5%;
- 3) 8%;
- 4) 10%;
- 5) 12%.

8.«СИМПТОМОМ ГЛАЗКА» НАЗЫВАЮТ

- 1) наличие буллез эпителия
- 2) инфильтрат роговицы
- 3) десцеметоцеле
- 4) язву роговой оболочки
- 5) перфоративное отверстие в роговице

9.КОЛИЧЕСТВО ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК НА 1 ММ² В ВОЗРАСТЕ 16 ЛЕТ У ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА В СРЕДНЕМ СОСТАВЛЯЕТ:

- 1) 800-1000
- 2) 1500-1700
- 3) 2000-2200
- 4) 2700-3000
- 5) 3500-3700

10.САМЫЙ НИЗКИЙ ПОРОГ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РОГОВИЦЫ ИМЕЕТ

- 1) тактильная
- 2) болевая
- 3) температурная
- 4) одинаковая для всех видов чувствительности

11.НАИБОЛЬШЕЙ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ ОБЛАДАЕТ

- 1) темпоральный отдел роговицы
- 2) назальный отдел роговицы
- 3) нижний отдел роговицы
- 4) центральный отдел роговицы
- 5) верхний отдел роговицы

12.КРАЕВАЯ КАПИЛЛЯРНАЯ ПЕТЛИСТАЯ СЕТЬ В ОСНОВНОМ
СФОРМИРОВАНА ЗА СЧЕТ

- 1) передних ресничных артерий
- 2) задних коротких ресничных артерий
- 3) задних длинных ресничных артерий
- 4) слезных артерий
- 5) решетчатых артерий

13.ВОДНОЕ СОДЕРЖИМОЕ РОГОВИЦЫ СОСТАВЛЯЕТ

- 1) 50-51%
- 2) 60-61%
- 3) 70-71%
- 4) 80-81%
- 5) 90-91%

14.В ПОЖИЛОМ ВОЗРАСТЕ РОГОВИЦЕ СВОЙСТВЕННО

- 1) уменьшение количества влаги;
- 2) увеличение количества белков;
- 3) уменьшение количества витаминов;
- 4) отложение солей кальция;
- 5) отложение липоидов.

15.НАСЛЕДСТВЕННАЯ ПАРЕНХИМАТОЗНАЯ ДИСТРОФИЯ
РОГОВИЦЫ ИМЕЕТ ВИДЫ

- 1) узелковой
- 2) пятнистой
- 3) решетчатой
- 4) полосчатой
- 5) кристаллической

16.СКЛЕРА СОДЕРЖИТ СЛОИ

- 1) эписклеру;
- 2) собственное вещество;
- 3) субсклеру;
- 4) бурую пластинку;
- 5) все без исключения.

17.ВРОЖДЕННОЙ ПАТОЛОГИЕЙ СКЛЕРЫ ЯВЛЯЕТСЯ

- 1) синдром синих склер;
- 2) меланоз склеры;
- 3) охроноза склеры;
- 4) колобомы склеры;
- 5) все без исключения.

ОТВЕТЫ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3	1,2,4	4	2,3,4,5	2	1,2,3,4	2	3	5	3	4	1	4	1,3,4,5	1,2,3,5	1,2,4	1,2,3,4

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ: АВETИCOB Э.С., КОВАЛЕВСКИЙ Е.И., ХВАТОВА А.В.

Руководство по детской офтальмологии. – М.: Медицина, 1987.

Глазные болезни / Т.И. Ерошевский и др. – М.: Лидер М, 2008.

Офтальмология: Учебник / под ред. Е.И. Сидоренко. – М.:

ГЭОТАР-МЕД. 2002.

ФЕДОРОВ С.Н., ЯРЦЕВА Н.С., ИСМАНКУЛОВ А.О. Глазные болезни: Учебник для студентов медицинских вузов. – 2-е изд., – М., 2005.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ: АВETИCOB С.Э., ЕГОРОВА Г.Б., ФЕДОРОВ А.А.,

БОБРОВСКИХ Н.В. Конфокальная микроскопия роговицы.

Сообщение 1. Особенности нормальной морфологической картины. // Вестник офтальмологии. – 2008. – Т. 124. – №3. – С. 3-5.

АВETИCOB С.Э., ЕГОРОВА Г.Б., ФЕДОРОВ А.А.,

БОБРОВСКИХ Н.В. Конфокальная микроскопия роговицы.

Сообщение 2. Морфологические изменения при кератоконусе.

// Вестник офтальмологии. – 2008. – Т. 124. – №3. – С. 6-10.

КРАЧМЕР ДЖЕЙ Роговица: атлас / Пер. с англ.: под ред. Н.И.

Курышевой – 2007. – 384 с.

КУРЕНКОВ В.В., КАСЬЯНОВА Е.Ю. Современные

возможности исследования топографии задней поверхности роговицы с помощью трехмерного топографического сканера Pentacam. Выявление корреляции общей преломляющей силы роговицы с преломляющей силой ее задней поверхности. //

Офтальмология. – 2005. – Т. 2. – №3. – С. 17-23.

BONANNO J.A. Identity and regulation of ion transport

mechanisms in the corneal endothelium. // Prog. in Retin. and Eye Res. – 2003 – Vol. 22. – P. 69-94.