

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений и условных обозначений. . . . .	5
<b>Глава 1. Глазница. . . . .</b>	<b>6</b>
Соединительнотканые образования глазницы. . . . .	47
Жировое тело глазницы ( <i>corpus adiposum orbitae</i> ) . . . . .	51
Влагалище глазного яблока ( <i>vagina bulbi</i> ), тенонова капсула . . . . .	53
Сосуды и нервы глазницы . . . . .	61
Методы клинического исследования орбитальных структур. . . . .	70
<b>Глава 2. Веки. . . . .</b>	<b>74</b>
Кожно-мышечная пластинка век (послойно). . . . .	84
Кожа . . . . .	84
Подкожная клетчатка . . . . .	89
Мышечная часть века . . . . .	90
Конъюнктивно-хрящевая пластинка век . . . . .	104
Конъюнктивный слой . . . . .	107
Иннервация и кровоснабжение век . . . . .	112
Функции век и их исследование . . . . .	123
<b>Глава 3. Конъюктива, конъюнктивный мешок . . . . .</b>	<b>128</b>
Конъюктива век . . . . .	133
Своды конъюктивы (верхний и нижний) . . . . .	138
Конъюктива глазного яблока . . . . .	141
<b>Глава 4. Слезные органы. . . . .</b>	<b>155</b>
Слезопродуцирующие органы . . . . .	155
Слезная железа ( <i>glandula lacrimalis</i> ) . . . . .	156
Слезная жидкость. . . . .	163
Слезотводящие пути . . . . .	182
Механизм слезоотведения . . . . .	214
Исследование слезоотведения . . . . .	223
Зондирование и промывание слезотводящих путей . . . . .	228
Рентгенологические исследования слезных органов . . . . .	236
<b>Глава 5. Глазное яблоко . . . . .</b>	<b>248</b>
Фиброзная оболочка глаза ( <i>tunica fibrosa bulbi</i> ) . . . . .	255
Роговица ( <i>cornea</i> ) . . . . .	255
Склера ( <i>sclera</i> ) . . . . .	337
Сосудистая оболочка глаза ( <i>tunica vasculosa bulbi</i> ) . . . . .	362
Общие сведения . . . . .	362
Радужка ( <i>iris</i> ) . . . . .	365
Врожденные аномалии . . . . .	418
Ресничное тело . . . . .	423
Хориоидея . . . . .	448
Сетчатка . . . . .	467
<b>Глава 6. Зрительные пути . . . . .</b>	<b>512</b>
<b>Глава 7. Камеры и дренажная система глаза . . . . .</b>	<b>557</b>

<b>Глава 8. Хрусталик</b> .....	578
<b>Глава 9. Стекловидное тело</b> .....	610
<b>Глава 10. Сосудистая система органа зрения</b> .....	621
<b>Глава 11. Двигательная и чувствительная иннервация органа зрения</b> .....	647
<b>Глава 12. Зрительный путь и путь зрачкового рефлекса</b> .....	666
<b>Список рекомендуемой литературы</b> .....	679
<b>Предметный указатель</b> .....	696

## Глава 7

# КАМЕРЫ И ДРЕНАЖНАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА

**Передняя камера глаза** (*camera anterior bulbi*) представляет собой пространство, переднюю стенку которого образует роговица, заднюю — радужка, а в области зрачка — центральная часть передней капсулы хрусталика (**рис. 7.1**).

Место, где роговица переходит в склеру, а радужка — в ресничное тело, называют углом передней камеры (*angulus iridocornealis*). В его наружной стенке находится дренажная (для водянистой влаги) система глаза, состоящая из трабекулярной сеточки, склерального венозного синуса (шлеммов канал) и коллекторных канальцев (выпускников). В образовании трабекулы участвуют элементы роговицы, радужки и цилиарного тела. Трабекула, в свою очередь, служит внутренней стенкой венозной пазухи склеры, или шлеммова канала. Остов угла и венозная пазуха склеры имеют очень большое значение для циркуляции жидкости в глазу. Это основной путь оттока внутриглазной жидкости. Фронтальный поперечник передней камеры равен 11,3–12,4 мм. Таким образом, он приблизительно равен горизонтальному диаметру передней поверхности роговицы. Вертикальный размер равен горизонтальному. Через зрачок передняя камера свободно сообщается с задней. В этом месте она имеет наибольшую глубину (2,75–3,5 мм), которая затем постепенно уменьшается по направлению к периферии. Глубина передней камеры переменна. Индивидуальные колебания

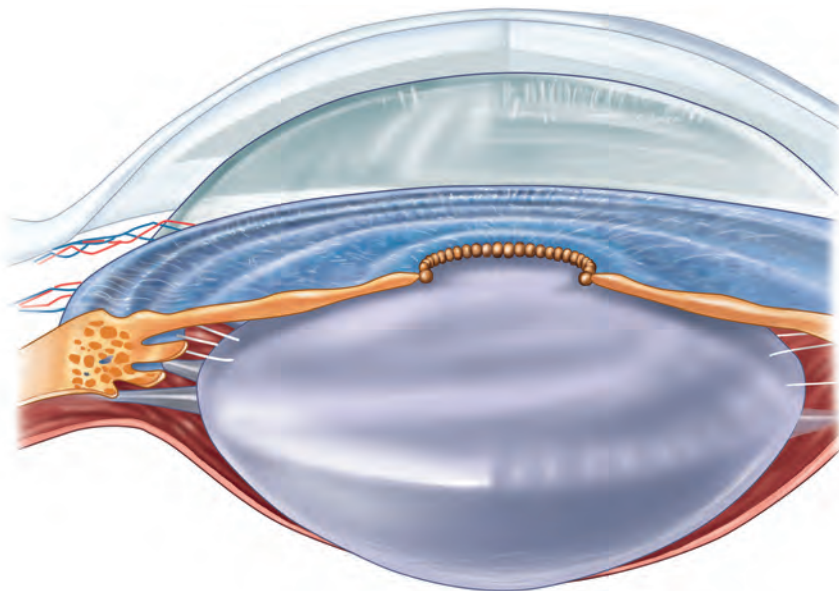


Рис. 7.1. Передняя камера глаза

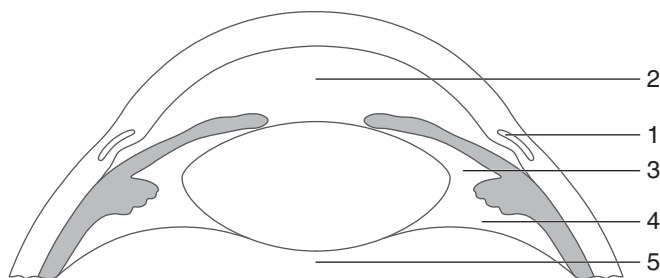
ее глубины значительны — от 2,2 до 5,1 мм. В условиях патологии диагностическое значение приобретает как глубина камеры, так и ее неравномерность. Из-за клапанного действия зрачкового края радужки обратно, в заднюю камеру из передней, влага возвратиться не может. Передняя камера служит основным резервуаром для водянистой влаги (0,15–0,25 мм<sup>3</sup>). Эта величина кажется небольшой, но она в 100–150 раз превышает минутную продукцию водянистой влаги. Изменения ее объема сглаживают случайные колебания офтальмотонуса.

Угол передней камеры и система шлеммова канала начинают формироваться уже у двухмесячного плода. У трехмесячного — угол заполнен клетками мезодермы, а в периферических отделах стромы роговицы выделяется полость шлеммова канала. После образования шлеммова канала в углу разрастается склеральная шпора. У четырехмесячного плода в углу из клеток мезодермы дифференцируется корнеосклеральная и увеальная трабекулярная ткань. К моменту рождения мезодермальная ткань в значительной мере рассасывается. Задержка в обратном развитии мезодермы может привести к повышению внутриглазного давления еще до рождения ребенка и развитию гидрофтальма.

Передняя камера хотя морфологически и сформирована, но ее формы и размеры отличны от таковых у взрослых, что объясняют короткой сагитальной осью глаза, своеобразием формы радужной оболочки и шаровидной выпуклостью передней поверхности хрусталика. Задняя поверхность радужной оболочки в области пигментной бахромки тесно контактирует с межзрачковой областью передней капсулы хрусталика. Глубина передней камеры у новорожденного в центре — 1,5–2,0 мм. Угол передней камеры острый и узкий. К возрасту 1 год камера увеличивается до 2,5 мм, а к 3–10 годам она становится такой же, как у взрослых (3,0–3,5 мм). Угол камеры становится более открытым. К старости передняя камера становится мельче из-за роста хрусталика и склерозирования фиброзной капсулы глаза.

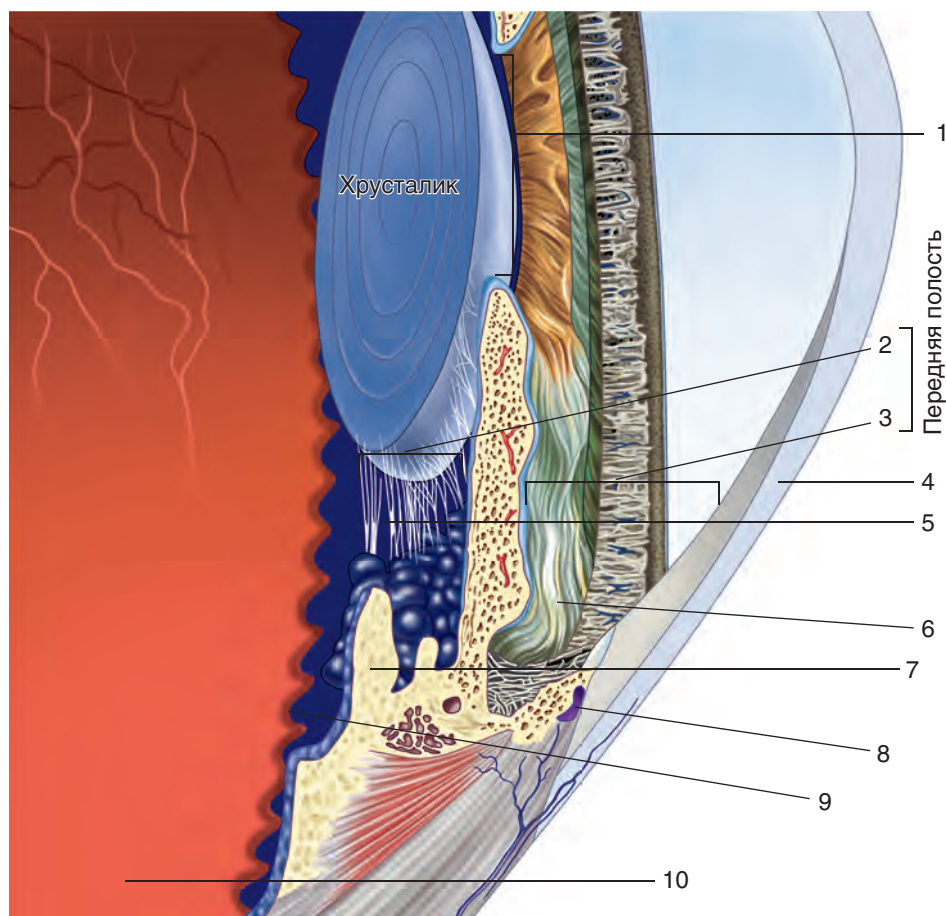
**Задняя камера глаза** (*camera posterior bulbi*) представляет собой щелевидное пространство сложной конфигурации. Она расположена позади радужки, задняя поверхность которой служит ее передней стенкой. Наружной стенкой служит цилиарное тело, задней — передняя поверхность стекловидного тела. Внутреннюю стенку образуют экватор хрусталика и предэкваториальные зоны передней и задней поверхности хрусталика. Экватор хрусталика делит камеру на переднюю и заднюю часть (**рис. 7.2**).

В нормальном глазу экватор отделен от цилиарной короны промежутком шириной около 0,5 мм, и этого вполне достаточно для свободной циркуля-



**Рис. 7.2.** Камеры глаза (схема): 1 — шлеммов канал; 2 — передняя камера; 3 — передний отдел задней камеры; 4 — задний отдел задней камеры; 5 — стекловидное тело

ции жидкости внутри задней камеры. Это расстояние зависит от рефракции глаза, толщины цилиарной короны и размеров хрусталика. Оно больше в миопическом глазу и меньше — в гиперметропическом. При некоторых условиях хрусталик как бы ущемляется в кольце цилиарной короны (цилиохрусталиковый блок). Задняя камера соединяется с передней через зрачок. При плотном прилегании радужки к хрусталику переход жидкости из задней камеры в переднюю затруднен, что приводит к повышению давления в задней камере (относительный зрачковый блок). Все пространство задней камеры пронизано фибриллами ресничного пояса, которые поддерживают хрусталик в подвешенном состоянии и соединяют его с ресничным телом. Из-за неровной поверхности радужки и ресничного тела, различной формы хрусталика, наличия пространства между волокнами ресничного пояса и углубления в переднем отделе стекловидного тела форма и размеры задней камеры могут быть разными и изменяются при реакции зрачка, динамических сдвигах ресничной мышцы, хрусталика и стекловидного тела в момент аккомодации (рис. 7.3).



**Рис. 7.3.** Камеры глаза: 1 — Pupil; 2 — Posterior chamber; 3 — Anterior chamber; 4 — Cornea; 5 — Suspensory ligaments; 6 — Iris; 7 — Ciliary body; 8 — Canal of Schlemm; 9 — Ora serrata; 10 — Suspensory ligaments

Глубина ее в различных отделах варьирует от 0,01 до 1 мм. Ведущими факторами в формировании индивидуальных особенностей строения передней и задней камеры считают уровень прикрепления радужной оболочки, степень развития ресничной мышцы и шпоры, особенности строения переднего отдела ресничного тела. Некоторые авторы вносят в общее понятие задней камеры топографические подразделения:

- ▶ «предзонулярное пространство» (*spatium praezonulare*) — пространство, ограниченное задней поверхностью радужки, частью передней поверхности хрусталика, передним листком хрусталиковой связки (*zonula Zinni*) и ресничным телом;
- ▶ «околохрусталиковое пространство» (*spatium circumlenticulare*) — часть, ограниченная двумя листками хрусталиковой связки и экваториальной зоной хрусталика;
- ▶ «позадизонулярное пространство» (*spatium retrozonulare*) — пространство между задним листком цинновой связки и передней поверхностью стекловидного тела (это пространство не имеет четких границ и выделение его довольно условно).

Тем не менее М. Salzmann выделяет в нем орбикулярное пространство и систему цилиарных впадин. Орбикулярное пространство сзади резкой границы не имеет. Самая задняя его часть пронизана большим количеством фибрилл стекловидного тела и весьма постепенно входит через зонулярную щель внутрь ядра стекловидного тела. Глубина орбикулярного пространства у заднего конца очень незначительна, не больше толщины слоя зонулярных волокон, то есть приблизительно 0,01 мм. Здесь пространство совершенно выполнено зонулярными волокнами. В переднем отделе пограничный слой стекловидного тела оттесняется различными выступами цилиарного тела, более толстые зонулярные волокна приближаются к внутренней гладкой стенке пространства, и снаружи остается довольно свободный промежуток, пронизанный только очень тонкими прямо и обратно идущими зонулярными волокнами. Пространство это существует только там, где между лежащими друг около друга выступами цилиарного тела находятся углубления. В таких местах глубина орбикулярного пространства может достигать 0,1 мм.

Кпереди орбикулярное пространство переходит во второй отдел, в систему цилиарных впадин. Поскольку передний пограничный слой стекловидного тела прилегает к задним половинам цилиарных отростков, то он замыкает соответствующие части цилиарных впадин, превращая их в короткие каналы, которые сообщаются друг с другом, так как стекловидное тело не сращено с цилиарными отростками, а только тесно прилегает к ним.

Эти каналы в меридиональном направлении равны 0,8–1,0 мм, в экваториальном — в заднем отрезке 0,3 мм, а спереди 0,2 мм. Глубина их (в радиарном направлении) сзади вперед возрастает до 0,5 мм. Соответственно середине *coronae ciliaris* поверхность стекловидного тела изгибается к хрусталику, и вследствие этого передние половины цилиарных впадин превращаются в желобки, которые по длине открываются в следующие отделы задней камеры. Около зонулярных волокон остается достаточно места для камерной влаги.

Третий отдел задней камеры представлен околохрусталиковым пространством. Обычно под этим названием понимают только промежуток между



верхушками цилиарных отростков и краем хрусталика, линейный размер которого очень важен в физиологическом отношении.

Если смотреть на него как на действительное пространство, то границами его снаружи служат верхушки цилиарных отростков, изнутри — экваториальные части хрусталика и сзади — пограничный слой стекловидного тела. Спереди, в сущности, у него нет границы. За таковую относительно можно считать самые передние зонулярные волокна. Форма его кольцеобразная. Во фронтальном направлении оно равно около 0,5 мм, размер его в сагиттальном направлении зависит от формы края хрусталика. На носовой стороне оно несколько уже, чем на височной.

Четвертым отделом служит презонулярное пространство — собственно задняя камера в буквальном смысле. Это пространство находится между задней поверхностью радужной оболочки с одной стороны, и передней поверхностью хрусталика, самыми передними зонулярными волокнами и передними склонами цилиарных отростков — с другой. На периферии оно продолжается в цилиарные впадины, сзади — через щели между зонулярными волокнами в околохрусталиковое пространство, по направлению к оси, через зрачок в переднюю камеру.

Презонулярное пространство глубже всего над верхушками цилиарных отростков (0,4–0,6 мм), отсюда по направлению к зрачку оно постепенно суживается и исчезает, немного не доходя до зрачкового края радужной оболочки. По направлению к периферии оно суживается быстро и оканчивается острым углом. Поскольку цилиарные отростки немного заходят на заднюю поверхность радужной оболочки, то периферия презонулярного пространства имеет волнистую форму, напоминающую зубчатое колесо.

Презонулярное пространство — единственный отдел задней камеры, в котором нет зонулярных волокон и который содержит только камерную влагу.

**Водянистая влага.** В норме обе камеры глаза заполнены водянистой влагой — прозрачной бесцветной жидкостью, которая по своему составу напоминает диализат плазмы крови. Она также имеется в периферических и периневральных щелях, супрахориоидальном и ретролентальном пространстве. Водянистая влага циркулирует преимущественно в переднем сегменте глазного яблока. Композиция ее существенно отличается от состава плазмы крови. В ее состав входит около 99% воды, молекулярная масса составляет всего 1,005 (плазмы крови — 1,024), в 100 мл водянистой влаги содержится 1,08 г сухого вещества (в 100 мл плазмы крови — более 7 г). Внутриглазная жидкость более кислая, чем плазма крови, в ней повышено содержание хлоридов, аскорбиновой и молочной кислоты. Избыток последней, по-видимому, связан с метаболизмом хрусталика. Концентрация аскорбиновой кислоты во влаге в 25 раз выше, чем в плазме крови. Основными катионами являются калий и натрий. По некоторым данным, водянистая влага содержит буферную систему, обеспечивающую постоянство pH путем нейтрализации продуктов метаболизма внутриглазных тканей.

Неэлектролитов, особенно глюкозы и мочевины, во влаге содержится меньше, чем в плазме крови. Недостаток глюкозы можно объяснить утилизацией ее хрусталиком. Водянистая влага содержит лишь небольшое количество белков — не более 0,02%, пропорция альбуминов и глобулинов такая же, как

в плазме крови. В камерной влаге обнаружены также в небольшом количестве гиалуроновая и никотиновая кислота, гексозамин, рибофлавин, гистамин и креатин. По данным А.Я. Бунина и А.А. Яковлева (1973), водянистая влага содержит буферную систему, обеспечивающую постоянство pH путем нейтрализации продуктов метаболизма внутриглазных тканей.

Большую часть плотного остатка водянистой влаги составляют неорганические вещества: анионы (хлор, карбонат, сульфат, фосфат) и катионы (натрий, калий, кальций, магний). Больше всего во влаге хлора и натрия. Незначительная доля приходится на белок, который состоит из альбуминов и глобулинов в количественном соотношении, сходным с сывороткой крови. Водянистая влага содержит глюкозу — 0,098%, аскорбиновую кислоту, которой в 10–15 раз больше, чем в крови, и молочную кислоту, так как последняя образуется в процессе хрусталикового обмена. В состав водянистой влаги входят различные аминокислоты — 0,03% (лизин, гистидин, триптофан), ферменты (протеаза), кислород и гиалоурановая кислота. В ней почти нет антител, и появляются они только во вторичной влаге — новой порции жидкости, образующейся после отсасывания или истечения первичной водянистой влаги. Она уносит из глаза отработанные продукты обмена — молочную кислоту, углекислый газ, отшелушившиеся пигментные и другие клетки. В связи с этим необходимо постоянное обновление влаги, то есть отток отработанной жидкости и приток свежееобразованной. То, что в глазу постоянно происходит обмен внутриглазной жидкости, было еще показано во времена Т. Лебера. Было установлено, что жидкость образуется в цилиарном теле. Ее называют первичной камерной влагой. Поступает она большей частью в заднюю камеру.

Основным фактором, обеспечивающим отличие первичной камерной влаги от плазмы крови, считают активный транспорт субстанций. Каждое вещество переходит из крови в заднюю камеру глаза с характерной для этого вещества скоростью. Таким образом, влага в целом — интегральная величина, состоящая из отдельных обменных процессов.

Механизмы активного транспорта ионов через эпителий цилиарного тела изучены недостаточно. Полагают, что ведущую роль в этом играет натриевая помпа, с помощью которой в заднюю камеру поступает около 2/3 ионов натрия. В меньшей степени за счет активного транспорта в камеры глаза поступают ионы хлора, калия, бикарбонаты, а также аминокислоты. Механизм перехода аскорбиновой кислоты в водянистую влагу неясен. При концентрации аскорбата в крови выше 0,2 ммоль/кг механизм секреции насыщается. Именно поэтому повышение концентрации аскорбата в плазме крови выше этого уровня не сопровождается его дальнейшей аккумуляцией в камерной влаге. Активный транспорт некоторых ионов (особенно натрия) ведет к гипертоничности первичной влаги. Это служит причиной поступления в заднюю камеру глаза воды за счет осмоса. Первичная влага непрерывно разбавляется, поэтому концентрация большинства неэлектролитов в ней ниже, чем в плазме.

Таким образом, водянистая влага продуцируется активно. Энергетические затраты на ее образование покрываются за счет метаболических процессов в клетках эпителия цилиарного тела и деятельности сердца, благодаря которой поддерживается достаточный для ультрафильтрации уровень давления в капиллярах цилиарных отростков.



Большое влияние на композицию оказывают процессы диффузии. Липоидорастворимые вещества проходят через гематоофтальмический барьер тем легче, чем выше их растворимость в жирах. Что касается жиронерастворимых субстанций, то они выходят из капилляров через щели в их стенках со скоростью, обратно пропорциональной размеру молекул. Для веществ, имеющих молекулярную массу больше 600 Да, гематоофтальмический барьер практически непроницаем. Исследования с применением радиоактивных изотопов показали, что одни вещества (хлор, тиоционат) входят в глаз путем диффузии, другие (аскорбиновая кислота, бикарбонат, натрий, бром) — посредством активного транспорта.

В образовании водянистой влаги принимает участие (хотя и весьма небольшое) ультрафильтрация жидкости. Средняя скорость продуцирования водянистой влаги равна примерно 2 мм/мин, следовательно, в течение 1 сут через передний отдел глаза протекает около 3 мл жидкости.

Обе камеры глаза вмещают 1,23–0,5 см<sup>3</sup> жидкости, а в раннем детском возрасте — 0,2–1,5 см<sup>3</sup>, что составляет 3–4% всего содержимого глаза. Минутный объем камерной влаги равен в среднем 2–3 мм<sup>3</sup>, суточный — 2,9 см<sup>3</sup>. Иными словами, полный обмен камерной влаги происходит в течение 10 ч. Удельный вес влаги 1,0036, а коэффициент преломления 1,33, так что водянистая жидкость практически не преломляет лучи. Влага на 99% состоит из воды.

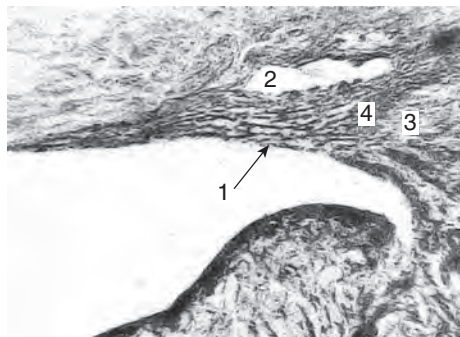
Водянистая влага служит питательной средой для хрусталика, частично роговой оболочки и стекловидного тела. В нее же выделяются продукты обмена из хрусталика и некоторых других тканей глаза.

Между притоком и оттоком внутриглазной жидкости существует равновесный баланс. Если по каким-либо причинам он нарушается, это приводит к изменению уровня внутриглазного давления, верхняя граница которого в норме не превышает 27 мм рт.ст. (при измерении тонометром Маклакова массой 10 г).

Особую важность для клинической картины и теории глаукомы имеет процесс оттока камерной влаги за пределы глазного яблока. Есть достаточно убедительные сведения, что таких путей несколько. Часть внутриглазной жидкости оттекает по периваскулярным пространствам вдоль зрительного нерва. Существует и так называемый увеосклеральный отток. Однако преобладающая часть жидкости покидает глаз через угол передней камеры и начинающиеся отсюда интрамуральные пути. Синонимом угла передней камеры в офтальмологической литературе нередко считают «фильтрующий угол».

**Отток внутриглазной жидкости.** Из задней камеры через зрачок жидкость попадает в переднюю камеру. Далее отработанная водянистая влага с продуктами тканевого обмена, пигментными частичками, осколками клеток выводится из глаза через передние и задние пути оттока. Передний путь оттока — система шлеммова канала. Жидкость в шлеммов канал попадает через угол передней камеры — участок, ограниченный спереди трабекулами и шлеммовым каналом и сзади — корнем радужки и передней поверхностью цилиарного тела. Основной движущей силой, обеспечивающей непрерывный ток жидкости из задней камеры в переднюю, а затем через угол передней камеры за пределы глаза, служит разность давлений в полости глаза и венозном синусе склеры (около 10 мм рт.ст.), а также в указанном синусе и передних ресничных венах. Во внутриутробном периоде развития угол передней камеры

закрыт мезодермальной тканью, но к моменту рождения эта ткань в значительной мере рассасывается. Задержка в обратном развитии мезодермы может привести к повышению внутриглазного давления еще до рождения ребенка и развитию гидрофтальма.



**Рис. 7.4.** Угол передней камеры: 1 — трабекула; 2 — шлеммов канал; 3 — ресничная мышца; 4 — склеральная шпора ( $\times 140$ )

К периферии от входа расположена бухта угла передней камеры. Передней стенкой бухты служат трабекулярная диафрагма и склеральная шпора, задней — корень радужки. Форма и величина камерной бухты в значительной мере определяются шириной полосы ресничного тела.

При широкой его полосе форма бухты угла колбовидная, бухта широкая; при средней полосе бухта равномерная среднеширокая, при узкой полосе — вершина бухты угла острая, бухта узкая (**рис. 7.5**).

В юношеском возрасте индивидуальные варианты в форме угла камеры — широкий, средний и узкий — определяются шириной и положением передней поверхности ресничного тела. Если сопоставить ширину его полосы и конфигурацию радужной оболочки в углу камеры, то при их различных сочетаниях можно определить по крайней мере 9 вариантов, различающихся особенностями в строении камерной бухты.

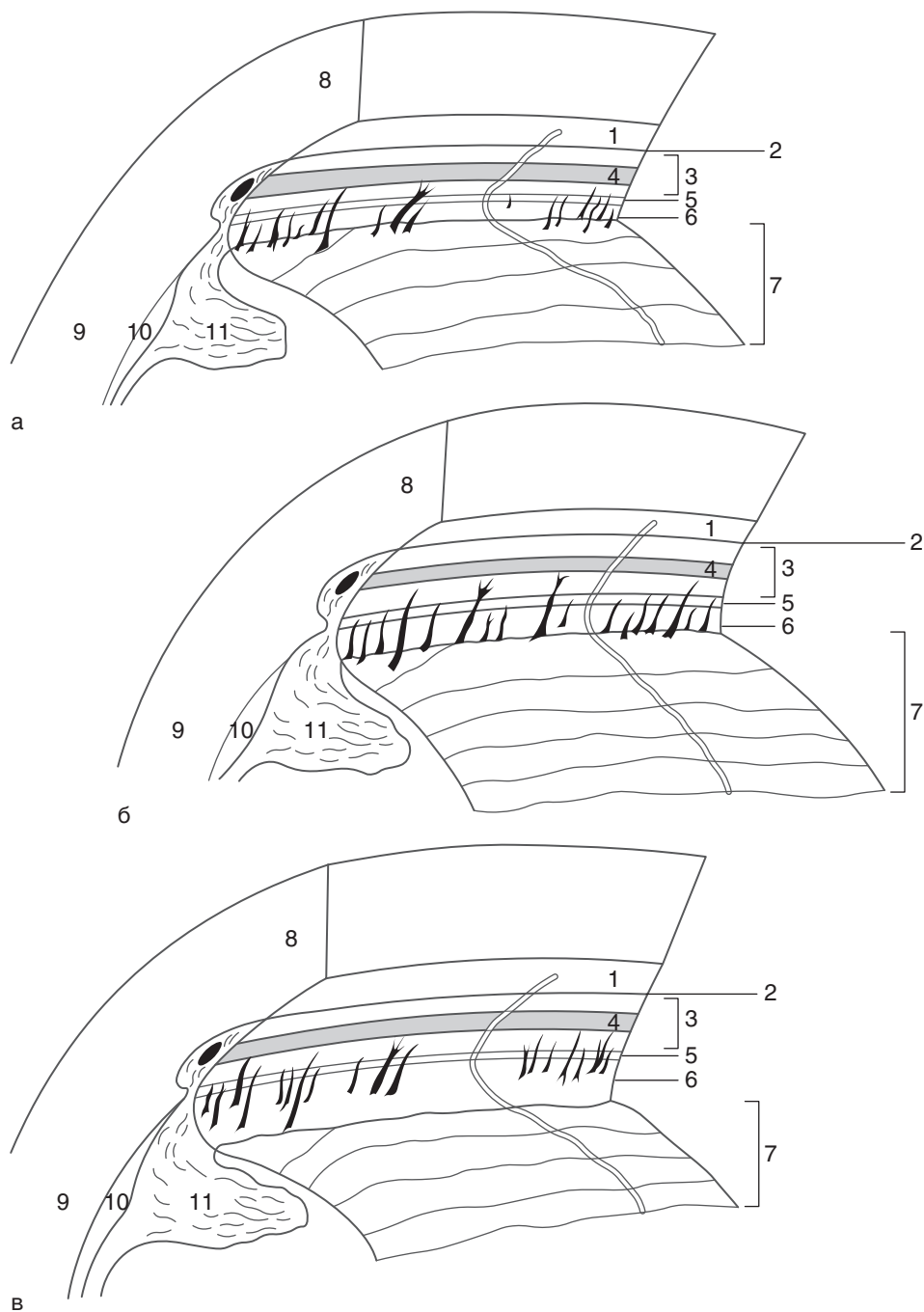
При вогнутой конфигурации радужной оболочки и широкой полосе ресничного тела угол камеры имеет форму тупого, наиболее широкого, с максимальной доступностью для фильтрации зоны трабекулы. При плоской и слегка проминирующей радужной оболочке видимая доступность трабекулы фильтрации практически не изменяется. Характерно, что проминенция радужной оболочки у молодых выражена равномерно.

Корень — наиболее тонкая часть радужки, так как содержит только один слой стромы. Вершина угла передней камеры занята основанием цилиарного тела, которое имеет небольшую выемку — нишу угла передней камеры (*angle recess*). В нише и рядом с ней часто расположены остатки эмбриональной увеальной ткани в виде тонких или широких тяжей, идущих от корня радужки к склеральной шпоре или дальше к трабекуле (гребенчатая связка).

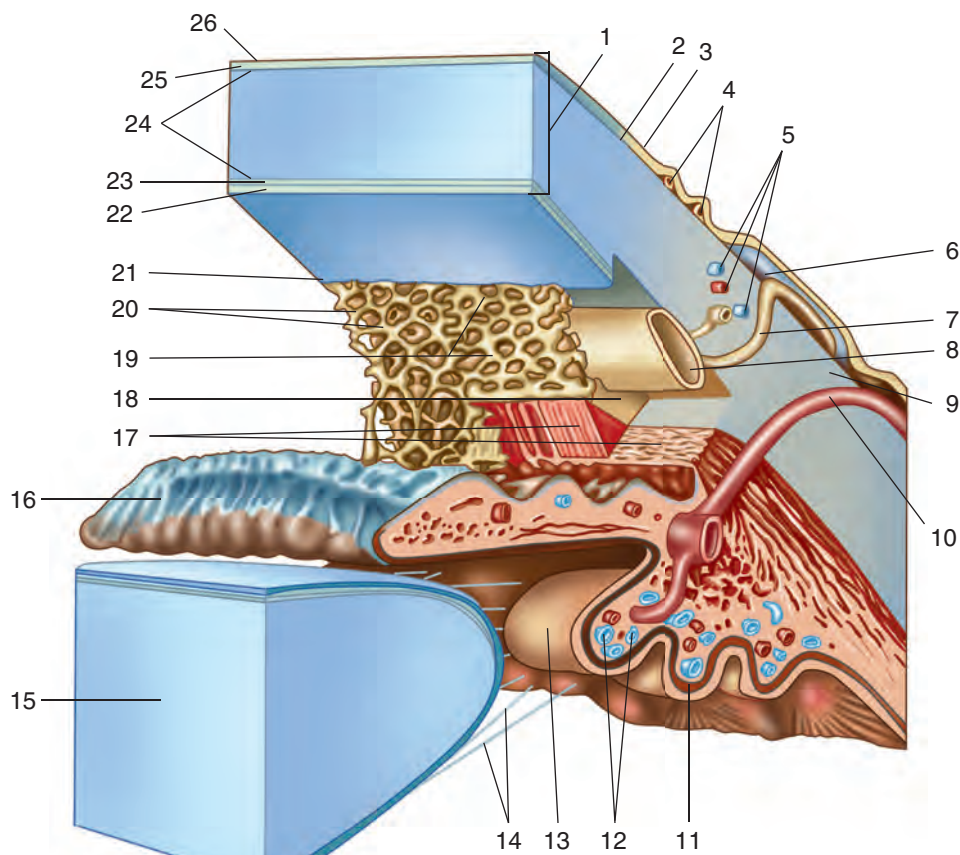
Дренажная система глаза расположена в наружной стенке угла передней камеры. Она состоит из трабекулярной диафрагмы, склерального синуса и коллекторных канальцев (**рис. 7.6**).

**Дренажная система глаза.** Особенно важную роль в циркуляции водянистой играет периферическая часть передней камеры, или ее угол. Анатомически различают следующие структуры угла передней камеры: вход (апертура), бухту, переднюю и заднюю стенку, вершину угла и нишу (**рис. 7.4**).

Вход в угол расположен там, где оканчивается десцеметова оболочка. Задней границей входа служит радужка, которая образует здесь последнюю к периферии складку стромы, получившую название «складка Фукса».



**Рис. 7.5.** Угол передней камеры (схематическое изображение) при полосе ресничного тела: а — широкой; б — среднеширокой; в — узкой; 1 — переднее пограничное кольцо Швальбе; 2 — вырезка; 3 — венозная пазуха склеры; 4 — корнеосклеральная трабекула; 5 — склеральная шпора; 6 — передняя поверхность ресничного тела; 7 — радужная оболочка; 8 — роговица; 9 — склера; 10 — супрахориоидальное пространство; 11 — ресничное тело



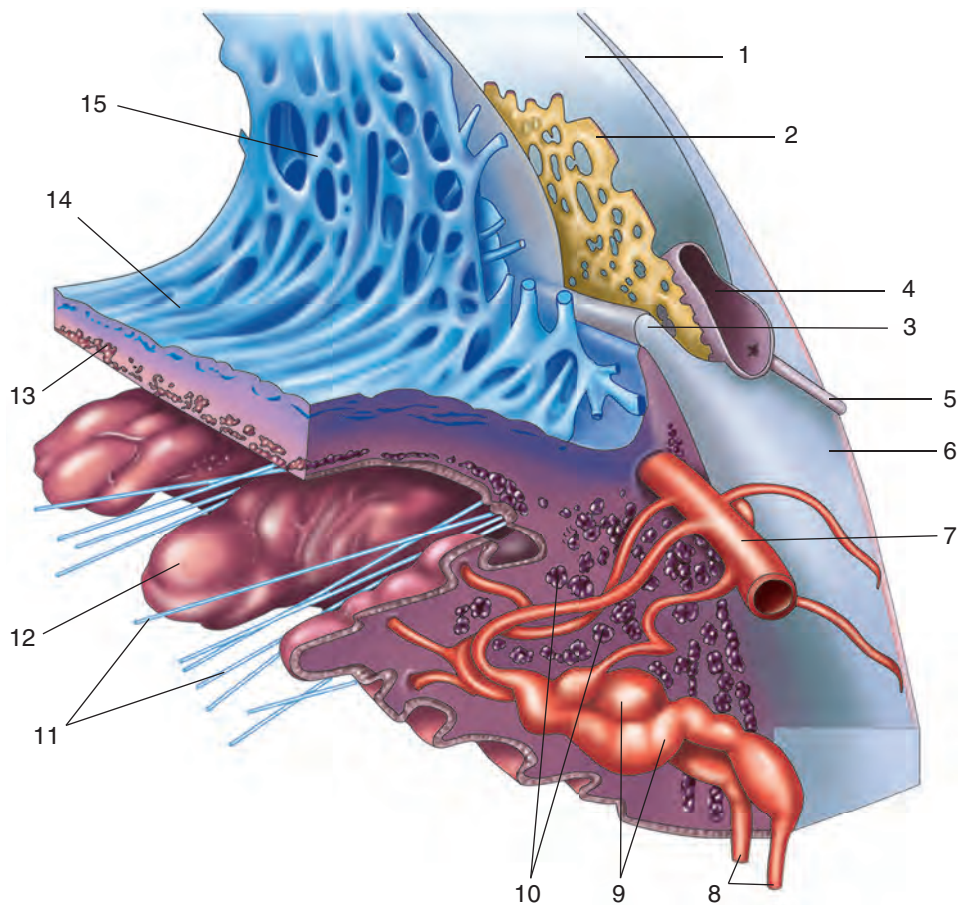
**Рис. 7.6.** Дренажная система глаза: 1 — роговица; 2 — лимб; 3 — конъюнктива; 4 — эписклеральные сосуды; 5 — глубокие склеральные сосуды; 6 — водяная вена; 7 — наружные коллекторные каналы; 8 — склеральный синус (шлеммов канал); 9 — склера; 10 — передняя цилиарная артерия; 11 — пигментный эпителий цилиарного тела; 12 — сосудистое сплетение цилиарного отростка; 13 — цилиарные отростки; 14 — цинновы связки; 15 — хрусталик; 16 — радужка; 17 — волокна цилиарной мышцы; 18 — склеральная шпора; 19 — корнеосклеральная часть трабекулы; 20 — увеальная часть трабекулы; 21 — линия Швальбе; 22 — эндотелий; 23 — задняя пограничная пластинка (десцеметова мембрана); 24 — строма; 25 — передняя пограничная пластинка (боуменова мембрана); 26 — эпителий

К дренажной зоне глаза относят также склеральную шпору, цилиарную (ресничную) мышцу и вены-реципиенты. Первое препятствие на пути водянистой влаги из глаза — трабекулярный аппарат (имеет несколько названий: «трабекула или трабекулы», «трабекулярная диафрагма», «трабекулярная сеть», «решетчатая связка»). Он представляет собой кольцевидную перекладину, переброшенную между передним и задним краем внутренней склеральной бороздки, которая образуется за счет истончения склеры около ее окончания у роговицы. На разрезе трабекула имеет треугольную форму.

Верхушка ее прикреплена к переднему краю склеральной бороздки, основание связано со склеральной шпорой и частично с продольными волокнами цилиарной мышцы. Передний, обычно несколько проминирующий край бороздки, образованный плотным пучком круговых коллагеновых волокон,

получил название «переднее пограничное кольцо Швальбе». Задний край — склеральная шпора представляет собой выступ склеры (напоминающий на разрезе шпору) треугольной формы, который прикрывает изнутри часть склеральной бороздки. Трабекулярная диафрагма отделяет от передней камеры щелевидное пространство, которое называют венозной пазухой склеры, шлеммовым каналом или склеральным синусом. Синус связан тонкими сосудами (выпускники, или коллекторные каналцы) с эпи- и интрасклеральными венами (вены-реципиенты). На меридиональном срезе трабекулярный аппарат представляет треугольник, вершина которого соприкасается с десцеметовой оболочкой, сливаясь с ней и глубокими пластинками роговицы.

**Трабекулярный аппарат** представляет собой многослойный, самоочищающийся фильтр, обеспечивающий одностороннее движение жидкости и мелких частиц из передней камеры в склеральный синус (рис. 7.7). Сопротивление движению жидкости в трабекулярной системе в здоровых глазах в основном



**Рис. 7.7.** Трабекулярный аппарат: 1 — роговица; 2 — решетчатый слой; 3 — склеральная шпора; 4 — шлеммов канал; 5 — собирательный канал; 6 — склера; 7 — основной артериальный круг; 8 — ворсинчатая вена; 9 — капилляры отростка; 10 — цилиарный мускул; 11 — цилиарные пояски; 12 — цилиарный отросток; 13 — пигмент; 14 — радужная оболочка; 15 — трабекулярная сетчатая структура



обуславливают индивидуальный уровень внутриглазного давления и его относительное постоянство. Трабекулярная диафрагма состоит из трех основных частей: трабекулы увеальной и корнеосклеральной и юкстаканаликулярной ткани. Две первые части имеют слоистое строение. Между трабекулами имеются щели — пространства радужно-роговичного угла (фонтановы пространства), которые заканчиваются большей частью слепо.

Как правило, в них скапливается то или иное количество зерен пигмента. Каждый слой представляет собой пластину коллагеновой ткани, покрытую с обеих сторон базальной мембраной и эндотелием. В пластинах имеются отверстия, а между пластинами — щели, которые расположены параллельно передней камере. Увеальная трабекула состоит из 1–3 слоев, корнеосклеральная — из 5–10. Таким образом, вся трабекула пронизана щелями, заполненными водянистой влагой. Увеальный слой состоит из пластин, состоящих из сети перекладин, которые представляют пучок коллагеновых волокон, покрытых эндотелием. Волокна увеальной части трабекулярного аппарата огибают камерный угол в виде дугообразных нежных нитей, идущих к корню радужной оболочки. Между перекладинами располагаются щели диаметром 25–75 мк. Увеальные пластины с одной стороны прикрепляются к десцеметовой оболочке, а с другой — к волокнам цилиарной мышцы или радужной оболочке. Корнеосклеральный слой состоит из пластин. Он прикрепляется к склеральной шпоре (поперечное сечение склерального валика в виде клюва или шпоры позади шлеммова канала), а частично сливается с цилиарной мышцей (с мышцей Брюкке). В центре каждой трабекулы, представляющей плоский тонкий тяж, проходит коллагеновое волокно, частично отходящее от роговицы и склеры, обвитое и укрепленное эластическими волокнами и покрытое снаружи футляром из гомогенной стекловидной оболочки, которая служит продолжением десцеметовой оболочки. Между перекладинами в этом слое имеются отверстия эллипсовидной формы, расположенные перпендикулярно волокнам цилиарной мышцы. При напряжении цилиарной мышцы отверстия трабекулы расширяются. Пластины корнеосклерального слоя прикрепляются к кольцу Швальбе, а с другой стороны — к склеральной шпоре или непосредственно к цилиарной мышце. Трабекулярные щели обильно заполнены мукополисахаридами, которые исчезают при обработке гиалуронидазой. Происхождение гиалуроновой кислоты в углу камеры и ее роль полностью не выяснены. Очевидно, она служит химическим регулятором уровня внутриглазного давления. Трабекулярная ткань содержит также ганглиозные клетки и нервные окончания.

Основной объем трабекулярной сети составляют увеальные слои (склероувеальный и увеальный), которые, по сути, являются продолжением волокон цилиарной мышцы в направлении кольца Швальбе и глубоких слоев стромы роговицы. Очевидно, что интертрабекулярные щели в этих слоях своим непосредственным продолжением имеют пространства между волокнами цилиарной мышцы. Этим объясняют возможность осуществления непрерывного тока жидкости из передней камеры глаза в полости между волокнами цилиарной мышцы. Под интертрабекулярными щелями понимают щелевидные пространства между пластами трабекул, проводящие жидкость вдоль волокон дренажной системы. В свою очередь, интратрабекулярные пространства образованы отверстиями в самих трабекулах, позволяющими пропускать жид-



кость сквозь слои трабекул в шлеммов канал. Однако склероувеальный слой имеет препятствие для свободного распространения жидкости в пространства между волокнами цилиарной мышцы. Им служит склеральная шпора, разделяющая цилиарную мышцу и трабекулу в данном слое трабекулярной сети. Именно поэтому основную роль в осуществлении увеосклерального оттока, по-видимому, играет увеальный слой трабекулярного аппарата, в котором жидкость по интертрабекулярным щелям свободно поступает в пространства между волокнами цилиарной мышцы, не встречая на своем пути никакой преграды. Трабекулярная сеть, благодаря своей уникальной архитектонике, может пропускать жидкость в двух перпендикулярных направлениях. Это позволяет сделать сложная система пространств различной конфигурации и объема. В этом случае более уместно было бы говорить не о двух различных путях оттока, какими считали трабекулярный и увеальный, а о двух ветвях единого вначале трабекулярного оттока, который затем разделяется на синусный и увеальный. При этом синусный отток может быть обозначен как транстрабекулярный, так как осуществляется сквозь слои трабекул по интратрабекулярным отверстиям, а увеальный отток может считаться паратрабекулярным, так как проходит вдоль пластов трабекул по интертрабекулярным щелям.

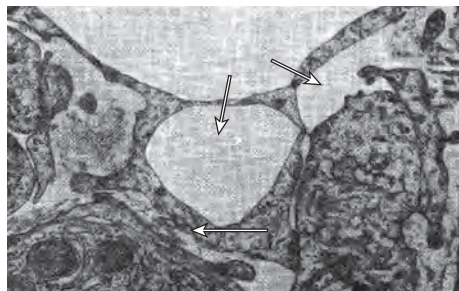
Наружный слой трабекулярного аппарата, прилежащий к шлеммову каналу, значительно отличается от других трабекулярных слоев. Его толщина варьирует от 5 до 20 мкм, увеличиваясь с возрастом. При описании этого слоя используют различные термины: «внутренняя стенка шлеммова канала», «пористая ткань», «эндотелиальная ткань (или сеть)», «юкстаканаликулярная соединительная ткань» (рис. 7.8).

Юкстаканаликулярная ткань состоит из 2–5 слоев фиброцитов, свободно и без определенного порядка лежащих в рыхлой волокнистой ткани. Клетки похожи на эндотелий трабекулярных пластин. Они имеют звездчатую форму, их длинные, тонкие отростки, соприкасаясь друг с другом и эндотелием шлеммова канала, образуют своеобразную сеть. Экстрацеллюлярный матрикс служит продуктом эндотелиальных клеток, состоит из эластических и коллагеновых фибрилл и гомогенной основной субстанции. Установлено, что в состав этой субстанции входят чувствительные к гиалуронидазе кислые мукополисахариды. В юкстаканаликулярной ткани много нервных волокон такого же характера, как и в трабекулярных пластинах. Внутренняя стенка шлеммова канала состоит из системы аргирофильных волокон, заключенных в гомогенную субстанцию, богатую мукополисахаридами. В этой ткани имеются довольно широкие каналы Зондермана шириной 8–25 мк. Существование прямого сообщения между передней камерой и шлеммовым каналом по этим путям нельзя считать окончательно доказанным. Согласно некоторым сведениям, отток жидкости совершается через внутриклеточные вакуоли, сообщающиеся с одной стороны с межтрабекулярными пространствами, а с другой — с просветом шлеммова канала (рис. 7.9–7.11).

С возрастом в трабекулярной зоне происходят изменения, начинающиеся с самых наружных отделов (фрагментация коллагена и пролиферация эндотелия). В трабекулярной зоне имеется богатое нервное сплетение, роль которого также не вполне ясна (предположительно можно думать о барорецепторной функции).



**Рис. 7.8.** Электронограмма юстаканаликулярной ткани. Под эпителием внутренней стенки шлеммова канала расположена рыхлая волокнистая ткань, содержащая гистиоциты, коллагеновые и эластические волокна, экстрацеллюлярный матрикс

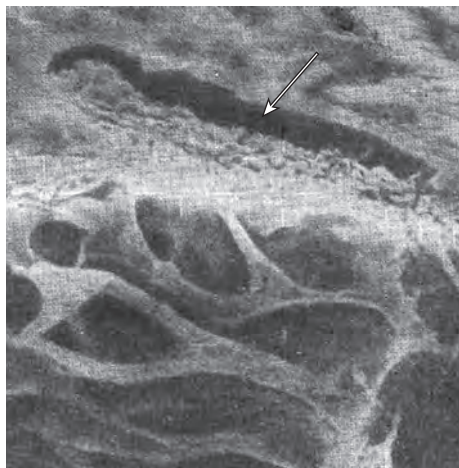


**Рис. 7.9.** Вакуоли внутренней стенки шлеммова канала

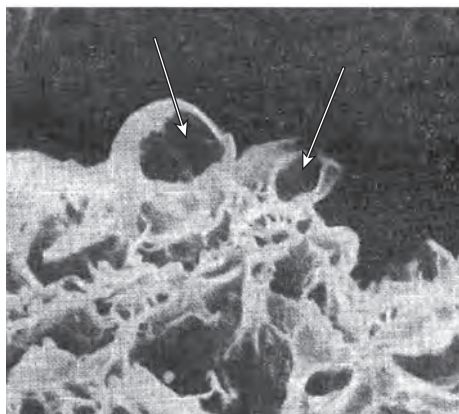


**Рис. 7.10.** Действие вакуолей у внутренней стенки шлеммова канала (схема)

**Шлеммов канал**, или склеральный синус, представляет собой циркулярную щель, расположенную в задненаружной части внутренней склеральной бороздки. От передней камеры глаза он отделен трабекулярным аппаратом, снаружи от канала расположен толстый слой склеры и эписклеры, содержащий поверхностно и глубоко расположенные венозные сплетения, и артериальные веточки, участвующие в формировании краевой петливой сети вокруг роговицы. На гистологических срезах средняя ширина просвета синуса составляет 250–500 мкм, высота — около 25 мкм. Внутренняя стенка синуса неровная и местами образует довольно глубокие карманы. Просвет канала чаще одиночный, но может быть двойным и даже множественным. В некоторых глазах он разделен перегородками на отдельные отсеки (**рис. 7.12**).



**Рис. 7.12.** Дренажная система глаза. В просвете шлеммова канала видна массивная перегородка



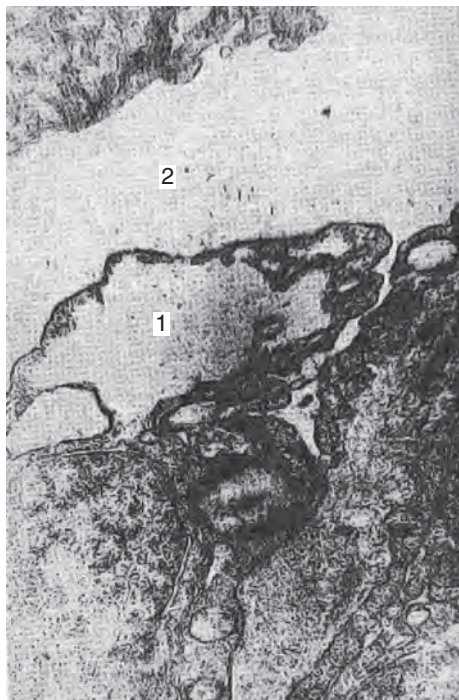
**Рис. 7.11.** Шлеммов канал при сканирующей электронной микроскопии



**Рис. 7.13.** Эндотелий внутренней стенки шлеммова канала. Две соседние клетки эндотелия разделены узким щелевидным пространством (стрелки) ( $\times 42\,000$ )

Просвет шлеммова канала в норме заполнен камерной влагой. Эндотелий внутренней стенки шлеммова канала представлен очень тонкими, но длинными (40–70 мкм) и довольно широкими (10–15 мкм) клетками. Толщина клетки в периферических отделах около 1 мкм, в центре она значительно толще за счет крупного ядра округлой формы. Клетки образуют сплошной слой, но их концы не накладываются друг на друга (**рис. 7.13**), поэтому возможность фильтрации жидкости между клетками не исключена. С помощью электронной микроскопии в клетках обнаружены гигантские вакуоли, расположенные преимущественно в околядерной зоне (**рис. 7.14**).

Одна клетка может содержать несколько вакуолей, имеющих овальную форму, максимальный диаметр которых варьирует от 5 до 20 мкм. На 1 мм длины шлеммова канала приходится 1600 эндотелиальных ядер и 3200 вакуолей. Все вакуоли открыты в сторону трабекулярной ткани, но только часть из них имеет поры, ведущие в шлеммов канал. Величина отверстий, связывающих вакуоли с юстаканаликулярной тканью, составляет 1–3,5 мкм, со шлеммовым каналом — 0,2–1,8 мкм.



**Рис. 7.14.** Эндотелий внутренней стенки шлеммова канала: 1 — гигантская вакуоль; 2 — клетка эндотелия внутренней стенки шлеммова канала ( $\times 30\,000$ )



**Рис. 7.15.** Дренажная система глаза с раствором туши. Выпускники шлеммова канала соединяются и образуют водяную вену: 1 — два выпускника шлеммова канала; 2 — водяная вена

- ▶ короткие каналы, которые отходят от синуса, идут параллельно ему и вновь впадают в шлеммов канал;
- ▶ отдельные сосуды, связывающие шлеммов канал с венозной сетью цилиарного тела (**рис. 7.15**).

Коллекторные каналы 2-го типа хорошо видны при биомикроскопии. Они впервые были описаны К. Ascher и получили название «водяные вены»,

Эндотелиальные клетки внутренней стенки синуса не имеют выраженной базальной мембраны. Они лежат на очень тонком неравномерном слое волокон (преимущественно эластических), связанных с основной субстанцией. Короткие эндоплазматические отростки клеток проникают в глубину этого слоя, в результате чего увеличивается прочность их соединения с юстаканаликулярной тканью.

Эндотелий наружной стенки синуса отличается тем, что не имеет крупных вакуолей, ядра клеток плоские, и эндотелиальный слой лежит на хорошо сформированной базальной мембране.

В окружности шлеммова канала заложен артериальный круг с отходящими от него веточками. Кнаружи от шлеммова канала, в склере, расположена густая сеть сосудов — интрасклеральное венозное сплетение; другое сплетение расположено в поверхностных слоях склеры. Шлеммов канал связан с обоими сплетениями так называемыми коллекторными канальцами, или выпускниками. Количество канальцев варьирует от 17 до 49, диаметр — от 5 до 45 мк. Большинство выпускников начинается в заднем отделе синуса. Можно выделить четыре типа коллекторных канальцев:

- ▶ узкие короткие коллекторы, связывающие синус с интрасклеральным венозным сплетением;
- ▶ одиночные крупные сосуды, которые выходят на поверхность склеры и впадают в эписклеральные вены;



которые содержат жидкость чистую или с примесью крови. Они появляются в области лимба и идут назад, впадая под острым углом в вены-реципиенты, несущие кровь. Водянистая влага и кровь в этих венах смешиваются не сразу, на некотором протяжении в них можно видеть слой бесцветной жидкости и слой (иногда два слоя по краям) крови.

Такие вены получили название «ламинарные». Устья крупных коллекторных канальцев со стороны синуса прикрыты несплошной перегородкой, которая, по-видимому, до некоторой степени предохраняет их от блокады внутренней стенкой шлеммова канала при повышении внутриглазного давления. Выходное отверстие крупных коллекторов имеет овальную форму и диаметр 40–80 мкм.

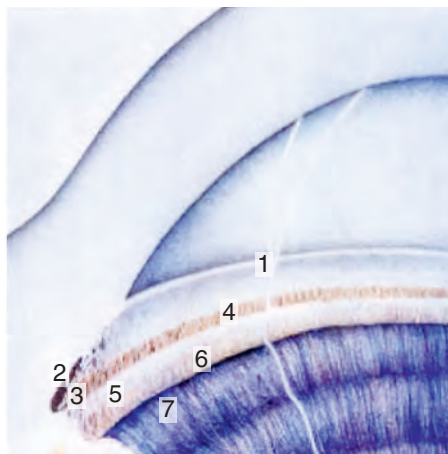
**Гониоскопическая анатомия иридокорнеального угла.** Индивидуальные особенности строения угла передней камеры могут быть изучены в клинических условиях с помощью гониоскопии (рис. 7.16).

В типичных случаях кольцо Швальбе видно как слегка проминирующая сероватая непрозрачная линия на границе между роговицей и склерой. При осмотре со щелью на этой линии сходятся два луча световой вилки от передней и задней поверхности роговицы. Кзади от кольца Швальбе имеется незначительное углубление — инцизура, в которой нередко видны осевшие там гранулы пигмента, особенно заметные в нижнем сегменте.

У некоторых людей кольцо Швальбе проминирует кзади весьма значительно и смещено кпереди (задний эмбриотоксон). В таких случаях его можно видеть при биомикроскопии без гониоскопа.

Трабекулярная мембрана натянута между кольцом Швальбе спереди и склеральной шпорой сзади. При гониоскопии она выявляется как шероховатая полоска сероватого цвета. У детей трабекула полупрозрачная, с возрастом ее прозрачность уменьшается и трабекулярная ткань выглядит более плотной. К возрастным изменениям относят также отложение в трабекулярном переплете гранул пигмента, а иногда и эксфолиативных чешуек. В большинстве случаев пигментируется только задняя половина трабекулярного кольца. Значительно реже пигмент откладывается и в недеятельной части трабекулы, и даже в склеральной шпоре. Ширина видимой при гониоскопии части трабекулярной полосы зависит от угла зрения: чем уже угол передней камеры, тем под более острым углом видны его структуры и тем уже они кажутся наблюдателю.

Склеральный синус отделен от передней камеры задней половиной трабекулярной полосы. Самая задняя часть синуса часто заходит за склеральную шпору. При гониоскопии



**Рис. 7.16.** Структуры угла передней камеры: 1 — переднее пограничное кольцо Швальбе; 2 — вырезка; 3 — трабекула; 4 — шлеммов канал; 5 — склеральная шпора; 6 — лента ресничного тела; 7 — периферия корня радужки

синус виден только в тех случаях, когда он заполняется кровью, и только в тех глазах, в которых пигментация трабекулы отсутствует или выражена слабо. В здоровых глазах синус заполняется кровью значительно легче, чем в глаукоматозных.

Расположенная кзади от трабекулы склеральная шпора имеет вид узкой беловатой полоски. Ее трудно идентифицировать в глазах с обильной пигментацией или развитой увеальной структурой в вершине угла передней камеры.

В вершине угла передней камеры в виде полосы разной ширины расположено ресничное тело, точнее его передняя поверхность. В зависимости от цвета глаз цвет этой полосы варьирует от светло-серого до темно-коричневого. Ширина полосы ресничного тела определяется местом прикрепления к нему радужки: чем дальше кзади радужка соединяется с ресничным телом, тем шире видимая при гониоскопии полоса. При заднем прикреплении радужки вершина угла тупая, при переднем — острая. При чрезмерно переднем прикреплении радужки цилиарное тело не видно при гониоскопии и корень радужки начинается на уровне склеральной шпоры или даже трабекулы.

Строма радужки образует складки, из которых самая периферическая, часто называемая складкой Фукса, расположена напротив кольца Швальбе. Расстояние между этими структурами определяет ширину входа (апертуру) в бухту угла передней камеры. Между складкой Фукса и цилиарным телом расположен корень радужки. Это ее самая тонкая часть, которая может смещаться кпереди, вызывая сужение угла передней камеры, или кзади, приводя к его расширению (в зависимости от соотношения давлений в передней и задней камере глаза). Нередко от стромы корня радужки отходят отростки в виде тонких нитей, тяжей или нешироких листков. В одних случаях они, огибая вершину угла передней камеры, переходят на склеральную шпору и образуют увеальную трабекулу, в других — пересекают бухту угла, прикрепляясь к его передней стенке: к склеральной шпоре, трабекуле или даже кольцу Швальбе (отростки радужки, или гребенчатая связка). Следует отметить, что у новорожденных увеальная ткань в угле передней камеры значительно выражена, но с возрастом атрофируется и у взрослых при гониоскопии ее обнаруживают редко. Отростки радужки не следует путать с гонiosiнехиями, которые выглядят более грубыми и отличаются беспорядочностью расположения.

В корне радужки и увеальной ткани в вершине угла передней камеры иногда видны тонкие сосуды, расположенные радиально или циркулярно. В таких случаях обычно обнаруживают гипоплазию или атрофию стромы радужки.

В клинической практике большое значение придают конфигурации, ширине и пигментации угла передней камеры. На конфигурацию бухты угла передней камеры существенное влияние оказывает положение корня радужки между передней и задней камерой глаза. Корень может быть плоским, выпяченным кпереди или запавшим кзади. В первом случае давление в переднем и заднем отделе глаза одинаковое или почти одинаковое, во втором — выше давление в заднем отделе, в третьем — в передней камере глаза. Выпячивание кпереди всей радужки указывает на состояние относительного зрачкового блока с повышением давления в задней камере глаза. Выпячивание только корня радужки свидетельствует об его атрофии или гипоплазии. На фоне общего бомбажа корня радужки можно видеть очаговые выпячивания ткани, напоминающие



кочки. Эти выпячивания связаны с мелкоочаговой атрофией стромы радужки. Причина западения корня радужки, которое наблюдают в некоторых глазах, не вполне ясна. Можно думать или о более высоком давлении в переднем отделе глаза по сравнению с задним, или о некоторых анатомических особенностях, создающих впечатление западения корня радужки.

Ширина угла передней камеры зависит от расстояния между кольцом Швальбе и радужкой, ее конфигурации и места прикрепления радужки к ресничному телу. Приведенная ниже классификация ширины угла передней камеры составлена с учетом видимых при гониоскопии зон угла и ориентировочной его оценки в градусах (табл. 7.1).

**Таблица 7.1.** Гониоскопическая классификация ширины угла передней камеры

Угол передней камеры	Код	Угол передней камеры, °	Доступность зон угла передней камеры осмотру при гониоскопии
Широкий	IV	40–45	Видны все зоны угла передней камеры
Средней ширины	III	25–35	Полоса ресничного тела видна частично
Узкий	II	15–20	Цилиарное тело и шпора не видны
Щелевидный	I	5–10	Зона шлеммова канала видна частично

При широком угле передней камеры можно видеть все его структуры, при закрытом — только кольцо Швальбе и иногда переднюю часть трабекулы. Правильно оценить ширину угла передней камеры при гониоскопии можно только в том случае, если больной смотрит прямо перед собой.

Изменяя положение глаза или наклон гониоскопа, можно увидеть все структуры даже при узком угле передней камеры.

Ширину угла передней камеры можно ориентировочно оценить и без гониоскопа. Узкий луч света от щелевой лампы направляют на радужку через периферическую часть роговицы как можно ближе к лимбу. Сопоставляют толщину среза роговицы и ширину входа в угол передней камеры, то есть определяют расстояние между задней поверхностью роговицы и радужкой. При широком угле передней камеры это расстояние примерно равно толщине среза роговицы, среднешироком —  $1/2$  толщины среза, узком —  $1/4$  толщины роговицы, щелевидном — менее  $1/4$  толщины роговичного среза. Этот способ позволяет оценить ширину угла передней камеры только в носовом и височном сегменте. Следует иметь в виду, что вверху угол передней камеры несколько уже, а внизу — шире, чем в боковых отделах глаза.

Наиболее простой тест для оценки ширины угла передней камеры предложен М.В. Вургафтом и соавт. Он основан на феномене полного внутреннего отражения света роговицей. Источник света (настольная лампа, фонарик и др.) помещают с наружной стороны от исследуемого глаза: сначала на уровне роговицы, а затем медленно смещают кзади. В определенный момент, когда лучи света попадают на внутреннюю поверхность роговицы под критическим углом, с носовой стороны глаза в зоне склерального лимба появляется яркое световое пятно. Широкое пятно диаметром 1,5–2 мм соответствует широкому, а диаметром 0,5–1 мм — узкому углу передней камеры. Нерезкое свечение лимба, возникающее только при повороте глаза кнутри, характерно для щелевидного угла передней камеры. При закрытом иридокорнеальном угле свечение лимба вызвать не удастся.

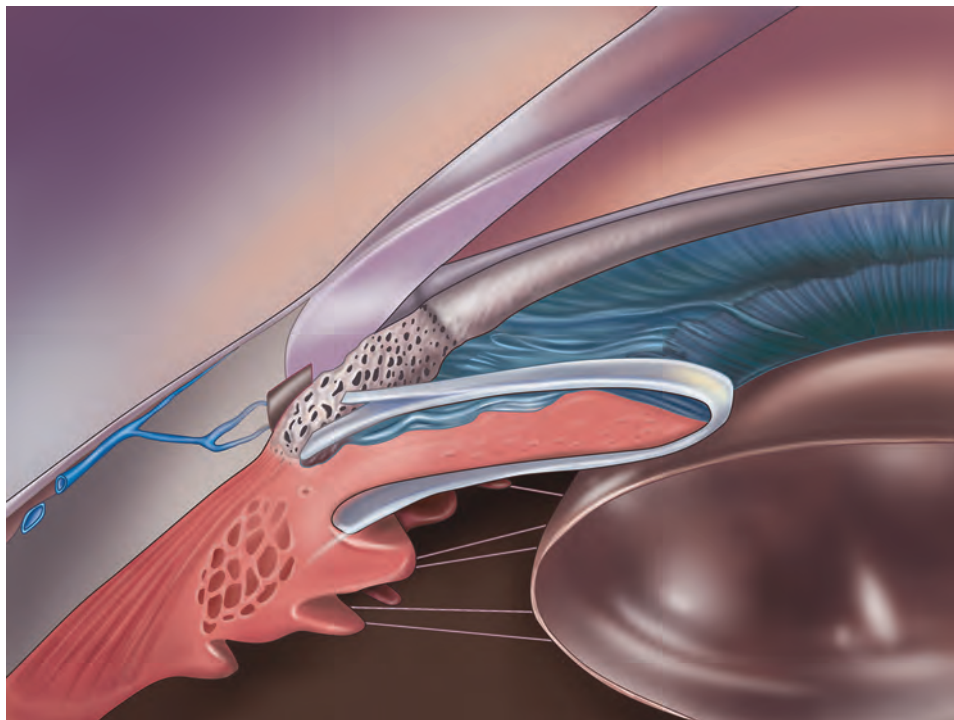
Узкий и особенно щелевидный угол передней камеры предрасположен к блокаде его корнем радужки при возникновении зрачкового блока или расширении зрачка. Закрытый угол свидетельствует об уже существующей блокаде. Чтобы дифференцировать функциональный блок угла от органического, на роговицу надавливают гониоскопом без гаптической части. При этом жидкость из центрального отдела передней камеры смещается к периферии и при функциональной блокаде угол открывается. Обнаружение узких или широких спаек в углу передней камеры свидетельствует о его частичной органической блокаде.

Трабекула и прилегающие к ней структуры нередко приобретают темную окраску вследствие оседания в них пигментных гранул, поступающих в водянистую влагу при распаде пигментного эпителия радужки и ресничного тела. Степень пигментации принято оценивать в баллах от 0 до 4. Отсутствие пигмента в трабекуле обозначают цифрой 0, слабую пигментацию ее задней части — 1, интенсивную пигментацию той же части — 2, интенсивную пигментацию всей трабекулярной зоны — 3 и всех структур передней стенки угла передней камеры — 4. В здоровых глазах пигментация трабекул возникает только в среднем или пожилом возрасте, выраженность ее по приведенной выше шкале оценивают в 1–2 балла. Более интенсивная пигментация структур угла передней камеры свидетельствует о патологии.

Эпи- и интрасклеральные венозные сплетения связаны между собой анастомозами. Количество таких анастомозов 25–30, диаметр 30–47 мкм. В глубокое склеральное сплетение открываются и эфферентные вены, несущие кровь от наружного слоя цилиарной мышцы.

Открытый А. Bill еще в 1966 г. увеосклеральный путь оттока водянистой влаги до сих пор нельзя считать достаточно изученным. Увеосклеральный отток осуществляется через передний отдел ресничного тела в перихориоидальное пространство (рис. 7.17).

Из него жидкость оттекает по эмиссариям прямо через склеру или всасывается в венозные отделы капилляров сосудистой оболочки. Кроме того, отсутствует единая точка зрения на то, какие структуры непосредственно участвуют в проведении жидкости по увеосклеральному пути. Например, высказывают предположения, что отток жидкости из передней камеры в пространства между волокнами цилиарной мышцы осуществляется через щели в корне радужки, десцеметову оболочку и т.п. В то же время в эксперименте на обезьянах было убедительно показано, что данный вид оттока представляет собой не диффузию, как считали ранее, а направленный ток жидкости с достаточной объемной скоростью. Все пространства, составляющие увеосклеральный путь, имеют значительные размеры, что подтверждает существенные объемные возможности увеосклерального оттока. Вторым звеном увеосклерального пути оттока служит собственно цилиарная мышца. Объем пространств между ее волокнами, которые при определенных условиях могут заполняться жидкостью, представляется весьма значительным. По-видимому, именно из этих пространств жидкость и попадает в супрахориоидальную щель (третье звено), которая также может проводить значительное количество влаги. Супрахориоидальное пространство тесно связано с паравазальными щелями (четвертое звено увеосклерального пути оттока). Система вместительных полостей,



**Рис. 7.17.** Увеосклеральный путь оттока внутриглазной жидкости

обеспечивающих увеосклеральный отток, имеет интересные особенности. В ее состав входит цилиарная мышца, сокращения которой, возможно, подобно насосу, способствуют продвижению жидкости. В этом случае связь между гидродинамикой глаза и его аккомодацией непосредственно реализуется в механизме увеосклерального оттока, и наоборот: аккомодация глаза, вероятно, осуществляется при активном участии перемещения объемов жидкости по увеосклеральным путям. Косвенно такая точка зрения подтверждается расчетами, выполненными на основании математического моделирования процесса аккомодации. Они указывают на необходимость существования механизма «перекачки» значительного объема жидкости из переднего отдела глазного яблока в задний, что необходимо для компенсации смещений хрусталика во время аккомодации.

Задние пути оттока — периневральные пространства зрительного нерва и периваскулярные пространства ретинальной сосудистой системы. По околососудистым и околонеуральным пространствам оттекает около 1% внутриглазной жидкости.