

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра офтальмологии

А.Н. Епихин, Ю.Н. Епихина, Л.А. Болдырева, Н.А. Епихин

**АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ.  
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:  
ГОНИОСКОПИЯ И УЛЬТРАЗВУКОВАЯ  
БИОМИКРОСКОПИЯ В КЛИНИЧЕСКОМ  
ОБСЛЕДОВАНИИ ПЕРЕДНЕГО ОТРЕЗКА  
ГЛАЗА ЧЕЛОВЕКА**

*Учебно-методическое пособие*

Второе издание переработанное и дополненное

Ростов-на-Дону  
2018

УДК 617.7-073 (075.8)

ББК 56.7я7

А - 64

**Анатомия и физиология органа зрения. Методы исследования: гониоскопия и ультразвуковая биомикроскопия в клиническом обследовании переднего отрезка глаза человека:** учебно-методическое пособие / А.Н. Епихин, Ю.Н. Епихина, Л.А. Болдырева, Н.А. Епихин ; ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России; каф. офтальмологии. - 2-е изд. перераб. и доп. - Ростов н/Д : Изд-во РостГМУ, 2018. - 64с.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования. В методическом пособии представлены современные виды инструментальной и аппаратной диагностики патологии переднего отрезка глаза, описаны редкие виды патологии.

Пособие носит практический характер и в полной мере отражает проблемные аспекты патологии переднего отрезка глаза, что позволяет акцентировать на них внимание будущих врачей, что, несомненно, позволит повысить качество их подготовки.

Издание предназначено для обучающихся высших медицинских учебных заведений.

**Рецензенты:**

Кочмала О.Б., доктор медицинских наук, руководитель центра микрохирургии глаза НУЗ Дорожная клиническая больница на ст. Ростов-Главный ОАО «РЖД».

Шурыгина И.П., доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России.

Утверждено на заседании кафедральной конференции. Протокол №2/18 от 17 сентября 2018 года

Утверждено на заседании Цикловой Предметной Комиссии ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России. Протокол № 2 от 9 октября 2018 года.

Утверждено на заседании Центральной Методической Комиссии ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России. Протокол № от 1 ноября 2018 года.

© ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России, 2012

© Епихин А.Н., Болдырева Л.А., Шимко Ю.Н., Захарова И.А., Кириченко А.В. 2012

© ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России, 2018

© Епихин А.Н., Епихина Ю.Н., Болдырева Л.А., Епихин Н.А., переработанное и дополненное, 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Анатомия переднего отрезка глаза .....	5
Гониоскопия .....	6
Показания для гониоскопии .....	7
Противопоказания для гониоскопии: .....	8
Виды гониоскопии .....	8
Обзорная (прямая) гониоскопия .....	8
Уточняющая (непрямая) гониоскопия .....	10
Техника гониоскопии.....	12
Оценка результатов биомикрогониоскопии и ширины угла передней камеры .....	14
Классификация угла передней камеры .....	25
Пигментация трабекулы .....	27
Регистрация результатов гониоскопии с помощью диаграмм.....	28
Гониоскопическая характеристика избранных патологических состояний.....	30
Иридоциклит.....	30
Первичная глаукома.....	33
Вторичная глаукома.....	37
Новообразования радужки и цилиарного тела .....	39
Инородные тела передней камеры.....	40
Ультразвуковая биомикроскопия (УВМ) .....	41
Анатомия глаза при УВМ.....	45
УВМ при некоторых патологических состояниях .....	49
Катаракта.....	49
Псевдоэкзофолиативный синдром .....	50
Опухоли переднего отрезка глаза .....	55
Значение УВМ в оценке состояния глаз после травмы .....	56
Глаукома .....	56
Зрачковый блок: .....	56
Использование УВМ в оценке эффективности антиглаукоматозных операций. ....	59
Достоинства и недостатки ультразвуковой биомикроскопии. ....	62
Список литературы .....	64

## **Введение.**

Угол передней камеры является важной функциональной зоной, обеспечивающей отток внутриглазной жидкости, без постоянной циркуляции которой невозможна нормальная жизнедеятельность различных структур глаза. Осмотр угла передней камеры проводится в тех случаях, когда требуется оценить его состояние, определить эффективность лечения и прогнозировать заболевание. Важность исследования угла передней камеры связана ещё и с тем, что заднюю стенку переднекамерного угла образуют радужка и цилиарное тело, обеспечивающие защитную, регенеративную, аккомодационную и другие функции, активно участвующие в метаболизме большинства структур глаза.

Самый доступный метод визуализации структур угла передней камеры является гониоскопия. Она проста, не требует дорогостоящего оборудования, но информативность этого метода такова, что без неё невозможно правильно поставить целый ряд диагнозов и выбрать адекватное лечение.

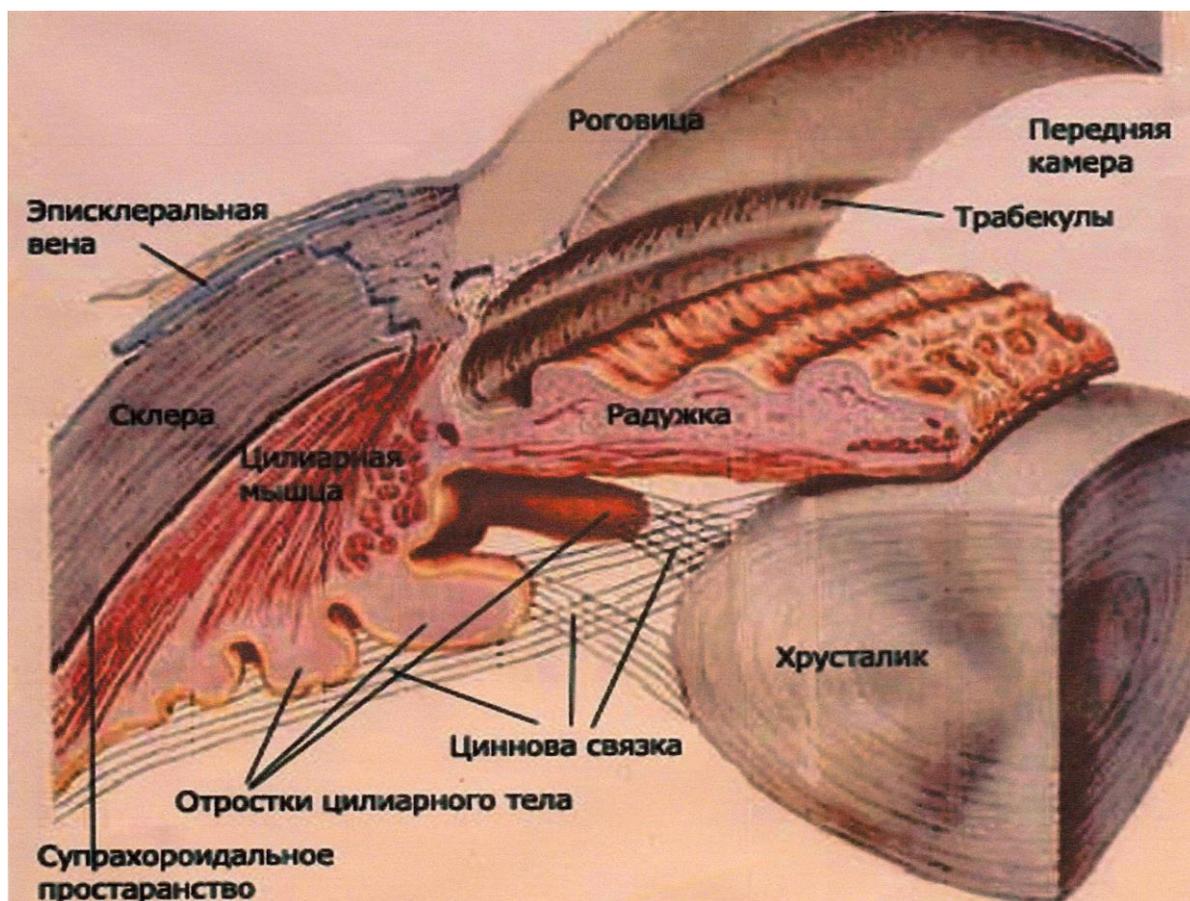
Диагностическая офтальмология в последние годы бурно развивается и с начала девяностых годов прошлого столетия ультразвуковая биомикроскопия (УБМ) заняла достойное место в практике офтальмологов. УБМ позволяет с микронной точностью прижизненно оценить анатомические особенности угла передней камеры, цилиарного тела, задней камеры глаза, экваториальной зоны хрусталика, его положение, размеры в их функциональном взаимодействии друг с другом в норме и при различных патологических состояниях органа зрения. Эти два метода дополняют друг друга и в совокупности дают ответы на большинство вопросов, связанных с патологией переднего отрезка глазного яблока.

Данное учебное пособие должно оказать помощь врачам-интернам и клиническим ординаторам в расширении своего клинического кругозора, освоении навыков гониоскопии и умению интерпретировать результаты ультразвуковой гониоскопии.

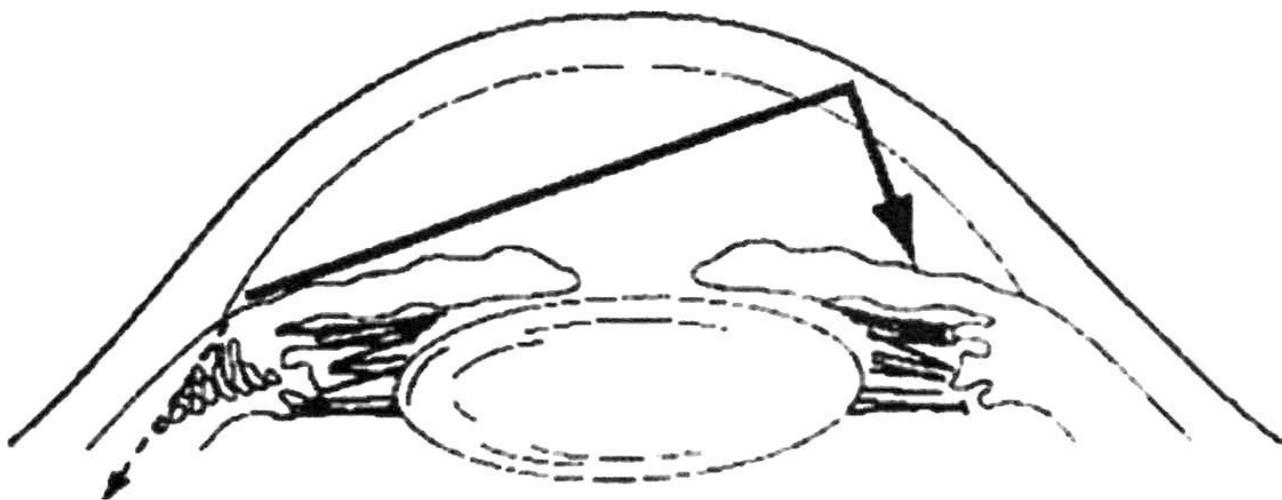
## **Анатомия переднего отрезка глаза**

Углом передней камеры принято называть самый периферический ее отдел, образованный местом перехода роговицы в склеру и радужки - в цилиарное тело. Это пространство, ограниченное спереди лимбом, сзади радужной оболочкой, снаружи склерой

Задняя камера имеет сложную конфигурацию, образованную задней поверхностью радужки, цилиарным телом, стекловидным телом и вмещает в себе хрусталик с цинновыми связками [1] (рис. 1).



**Рис.1.** Анатомия угла передней камеры и задняя камера



*Рис.2. Преломление луча от поверхности роговицы и его полное отражение.*

## **Гониоскопия**

Гониоскопией называют метод визуального исследования угла передней камеры глаза. Снаружи зона угла передней камеры прикрыта непрозрачной тканью, поэтому она не может быть осмотрена со стороны лимба. Не удастся увидеть ее и сквозь роговицу. Лучи, исходящие из угла передней камеры, падают под слишком острым углом на переднюю поверхность роговой оболочки, вследствие чего они претерпевают полное внутреннее отражение и не выходят наружу. Несмотря на стремительное развитие диагностической техники в последние годы, гониоскопия не утратила своей актуальности. Она проста и не требует дорогостоящего оборудования, при этом информативность этого метода в некоторых случаях такова, что без нее невозможно правильно поставить диагноз и выбрать правильное лечение.

Впервые попытку исследования УПК у человека предпринял греческий офтальмолог Alexios Trantas в 1898г. Он смог увидеть угол передней камеры глаза через прозрачную роговицу, надавливая пальцем на область лимба и смещая тем самым зону УПК к центру. В 1918г. Trantas дал

методу исследования УПК название - гониоскопия (от греч. gonía - угол, skoreo - рассматривать) [1].

## **Показания для гониоскопии**

Очень сложно собрать вместе все без исключения показания для выполнения гониоскопии. Этот вопрос, как и многое другое в медицине, следует решать индивидуально в каждом конкретном случае, прежде всего, руководствуясь клиническим мышлением. Однако ниже приводятся состояния, при которых выполнение гониоскопии является обязательным.

1. Глаукома (с целью дифференциального диагноза между закрытоугольной и открытоугольной формами).
2. Острый приступ глаукомы в анамнезе.
3. Врожденная и ювенильная глаукома с целью поиска гониодисгенеза.
4. Решение вопроса о возможности проведения лазерной операции на структурах УПК и непосредственно для выполнения этих операций.
5. Узкий или закрытый УПК, определяющийся ориентировочным способом, особенно перед медикаментозным мидриазом.
6. Состояния, сопровождающиеся неоваскуляризацией (диабетическая и посттравматическая ретинопатия, глазной ишемический синдром и т. д.).
7. Диагностика инородных тел, расположенных в углу передней камеры. Новообразования и кисты радужной оболочки и цилиарного тела.
8. Контузии глазного яблока: с целью возможного обнаружения рецессии УПК, циклодиализа, иридодиализа, повреждения трабекулярной сети.
9. Синдром Познера-Шлоссмана (глаукомоциклитический криз); возможно обнаружение преципитатов на поверхности трабекулярной сети.
10. Псевдоэксфолиативный синдром: возможно обнаружение псевдоэксфолиаций на трабекулярной сети.

11. Синдром пигментной дисперсии (выраженная пигментация трабекулярной сети, сочетающаяся с вогнутым профилем корня радужки, «веретено» Крукенберга на эндотелии роговицы и выраженная дистрофия пигментного листка радужки).

12. Увеиты: возможно обнаружение клеточных элементов воспаления, фибрина, синехий.

13. Перед гипотензивными операциями, чтобы исключить вмешательства в зонах с новообразованными сосудами и передними синехиями.

14. После гипотензивных операций, особенно если внутриглазное давление не нормализовалось, для установки Прямые гониоскопы используются при хирургических вмешательствах, таких как, например, гониотомия причины неэффективности хирургического вмешательства, прогноза и выбора дальнейшей тактики [1,2].

### **Противопоказания для гониоскопии:**

1. Вторичная рецидивирующая гифема.

2. Перфорация  
глазного яблока.

3. Острые конъюнктивиты, дакриоциститы, кератиты, язвы роговицы [1,2]

### **Виды гониоскопии**

#### **Обзорная (прямая) гониоскопия**

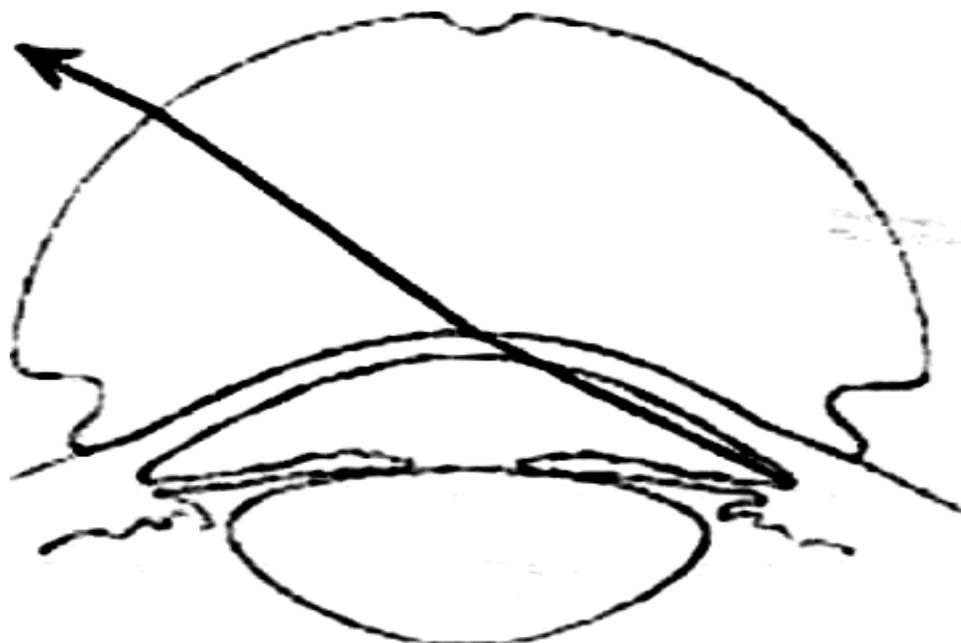
Обзорная гониоскопия проводится при помощи выпуклой линзы, которая пропускает свет из угла передней камеры и создает угол преломления равный примерно  $90^\circ$  между поверхностью линзы и воздушной средой.

Линза (например, линза Коерре 50 дптр) устанавливается на роговицу исследуемого, который находится в лежащем положении.

Пространство между линзой и роговой оболочкой должно быть заполнено специальным контактным гелем. Исследователь осматривает УПК через ручной бинокулярный микроскоп или при помощи бинокулярной лупы. Освещение осуществляется источником света, который исследователь держит другой рукой.

Освещать угол передней камеры можно либо через роговицу в зоне наблюдения, то есть прямо, либо через склеру и лимб, расположенные в области осматриваемого участка, то есть диафаноскопически. Оба способа дополняют друг друга. В качестве источника света можно использовать оптоволоконный осветитель, электроофтальмоскоп или ручку-фонарик [4].

Прямые гониоскопы используются при хирургических вмешательствах, таких как, гониотомия или гониосинехиолизис. Чаще в условиях операционной пользуются линзами Barkan или Swan-Jacobs, оснащённой специальным держателем. Эти линзы могут также использоваться для УПК в детской практике (когда требуется применение общей анестезии и пациент находится в положении лежа) в сочетании с операционным микроскопом или ручной щелевой лампой [2].



**Рис.3.** *Ход лучей при прямой гониоскопии (линза Коерре).*

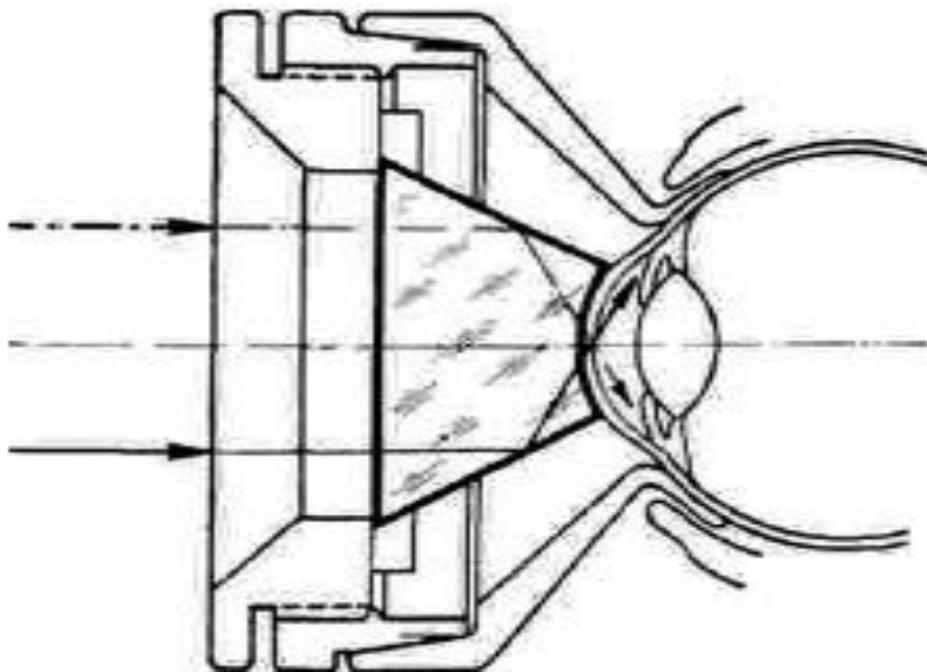
### Уточняющая (непрямая) гониоскопия

Непрямая гониоскопия подразумевает использование гониолинз с одной или несколькими зеркальными поверхностями внутри. Угол наклона зеркала подобран таким образом, чтобы выходящие из УПК лучи света ориентировались параллельно анатомической оси глаза.

Существует большое количество различных моделей зеркальных гониоскопов: трехзеркальная линза Гольдмана, однозеркальная линза Гольдмана, линза Zeiss, линза Posner, гониоскоп Sussman, гониоскоп Thorpe, гониоскоп Краснова, гониоскоп Ван-Бойнингена и др.



*Рис.4. Виды гониоскопов.*



**Рис.5.** *Ход лучей при гониоскопии линзой Ван-Бойнингена.*

Обзорная (прямая) гониоскопия, как следует из ее названия, обеспечивает прямой обзор УПК (в противовес отраженному зеркалом изображению при непрямой гониоскопии). Прямая гониоскопия позволяет исследователю легче изменять угол наблюдения, например, смотреть вверх бомбированной радужки. Визуализация при помощи прямой гониоскопии отличается большей панорамностью, чем при непрямой [1].

Основной недостаток линзы Коерре в том, что при ее использовании необходимо, чтобы пациент находился в лежачем положении, обычно в специально отведенном для этого помещении со специальным оборудованием.

Основное преимущество непрямых гониоскопов в их несомненном удобстве. Щелевая лампа служит и увеличителем, и источником света. Луч щелевой лампы может образовывать так называемую световую вилку, которая помогает различать структуры УПК

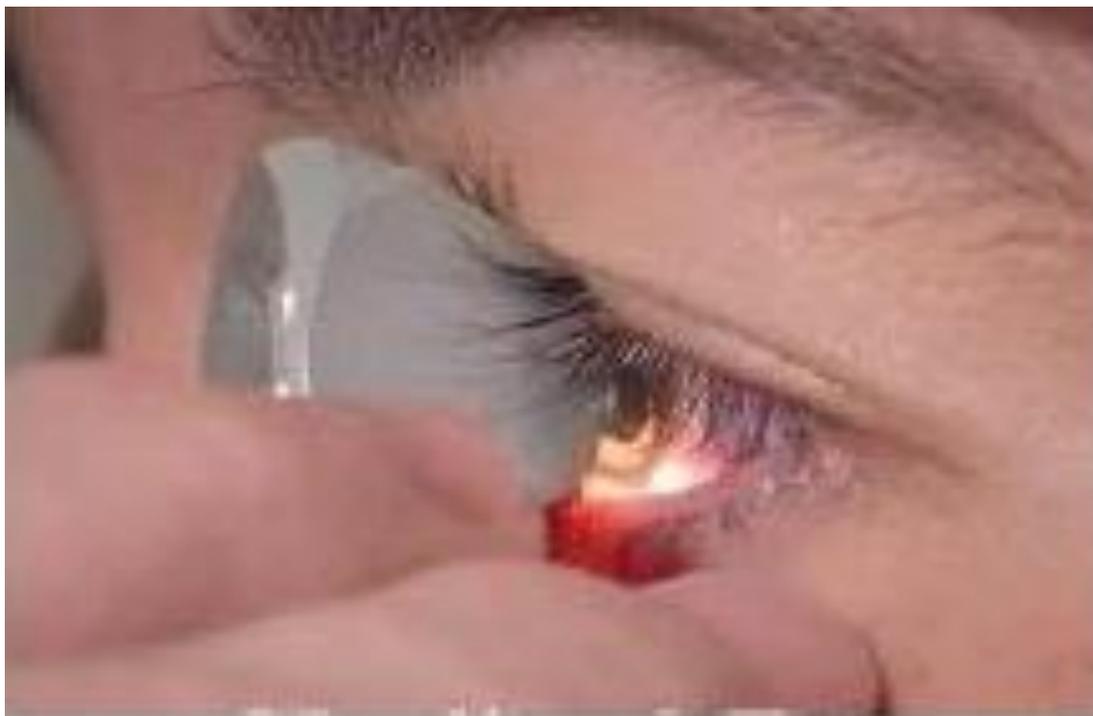
Непрямые гониоскопы создают зеркальное отображение УПК, которое первоначально может быть чем-то искажено. Исследователь может ненамеренно способствовать открытию или закрытию угла, приложив избыточное давление на гониоскоп. Эти линзы могут исказить степень сужения УПК, и они не настолько хороши для разглядывания глубоких отделов узкого угла. Научиться правильно пользоваться непрямым гониоскопом сложно, но однажды освоив работу с ним, становится понятным, насколько это удобно [2].

подавляющее большинство специалистов предпочитает непрямую гониоскопию. Едва ли не каждый, кто собирается изучать гониоскопию, рассчитывает овладеть именно этой методикой.

## **Техника гониоскопии**

1. Очистите гониоскоп
2. Закапайте в исследуемый глаз местный анестетик (например, инокаин, алкаин)
3. Займите обычную позицию за щелевой лампой с максимальной степенью комфорта, как для вас, так и для пациента.
4. Установите увеличение щелевой лампы на  $\times 10$ .
5. Заполните контактную поверхность гониоскопа гелем (если этого требует модель гониоскопа), следя за тем, чтобы раствор не содержал пузырьков воздуха.
6. Попросите пациента посмотреть вверх. Расширьте глазную щель пациента при помощи большого и указательного пальцев.
7. Удерживая гониоскоп большим и указательным пальцами другой руки, приложите нижний край контактной поверхности гониоскопа к главному яблоку пациента ниже роговицы и затем приложите остальную часть контактной поверхности к главному яблоку.
8. Попросите пациента смотреть прямо перед собой. Отпустите веки пациента и убедитесь, что гониоскоп плотно прижат к роговице и не

- дает векам смыкаться. Поменяйте руку, удерживающую гониоскоп, если это необходимо. Для исследования правого глаза держите гониоскоп левой рукой, для левого – правой.
9. Удалите все пузырьки воздуха, мешающие осмотру, слегка наклоняя гониоскоп и мягко выдавливая их. Не давите излишне на роговицу гониоскопом, удерживайте его мягко.
  10. Сфокусируйте луч щелевой лампы на структурах угла передней камеры. Помните, что вы видите зеркальное отражение противоположного участка УПК. Осмотрите весь угол передней камеры поэтапно.
  11. Если Вам сложно сориентироваться в анатомии угла, воспользуйтесь эффектом световой вилки.
  12. Охарактеризуйте ширину угла в соответствии с одной из существующих классификаций и внимательно осмотрите все структуры на предмет патологических изменений.
  13. Удалите гониоскоп и опишите результаты исследования.
  14. Повторите действия 1. – 13. для другого глаза.
  15. Очистите гониоскоп [6].



**Рис.6.** Введение гониоскопа в глазную щель

## **Оценка результатов биомикрогониоскопии и ширины угла передней камеры**

Угол передней камеры – это периферическая часть передней камеры глаза, ограниченная спереди лимбом, сзади радужной оболочкой, снаружи склерой.

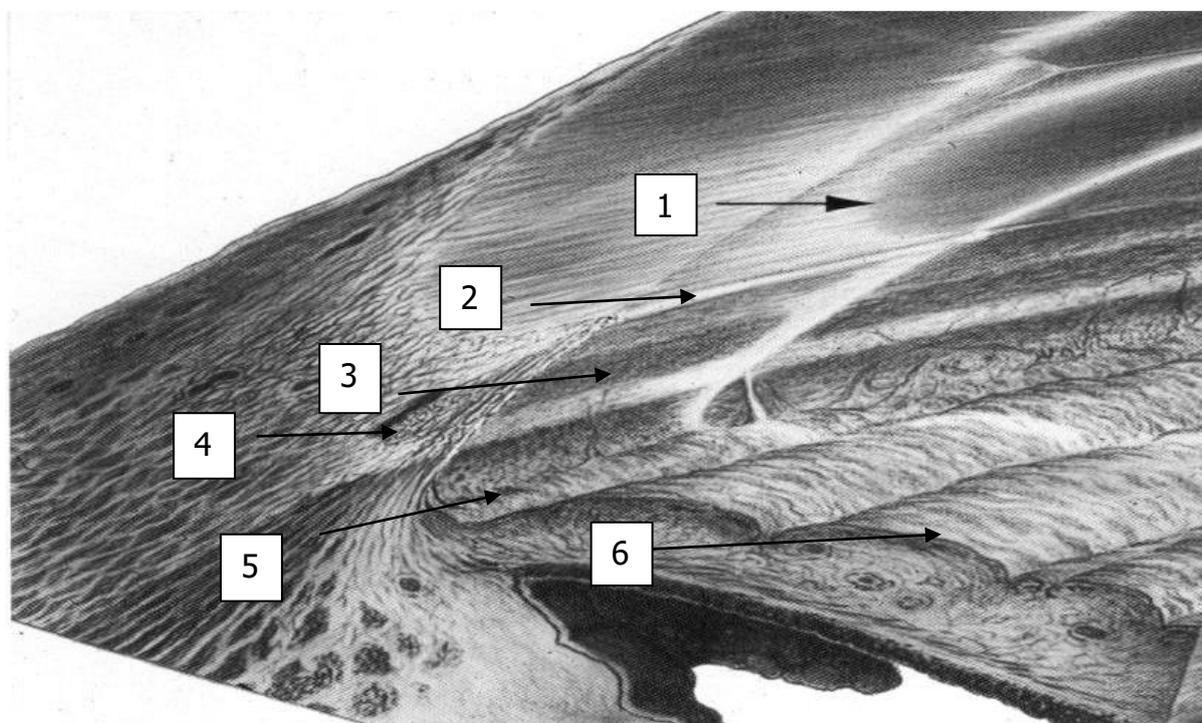
### Роговица

Роговица имеет вид прозрачного купола, нависающего над зонами УПК и радужкой. При осмотре роговицы может быть выявлено отложение пигмента, преципитаты или изменения со стороны эндотелия.

### Переднее пограничное кольцо Швальбе

Переднее пограничное кольцо Швальбе соответствует области лимба и является окончанием десцеметовой оболочки роговицы. Линия Швальбе лишь слегка отличается по цвету и плотности от расположенной рядом роговицы и представляет собой тускло-белую полосу. Иногда ее сложно

отличить от прилежащих отделов, особенно в глазах со слабой пигментацией зоны корнеосклеральной трабекулы. Часто это просто плоская переходная зона между трабекулярным и роговичным эндотелием.



**Рис.7.** Гониоскопическая картина строения угла передней камеры, схема: 1 – световая вилка роговицы, 2 – переднее пограничное кольцо Швальбе, 3 – Трабекула, 4 – Шлеммов канал, 5 – Полоса цилиарного тела, 6 – Радужка.

В некоторых глазах она определяется наподобие вала. Когда линия Швальбе проминирует в переднюю камеру, она носит название заднего эмбриотоксона. Задний эмбриотоксон является вариантом нормы, но может и сочетаться с синдромом Аксенфельда-Ригера. Отложение пигмента на линии Швальбе или впереди от нее носит название линии Sampaolesi. Эта пигментация является следствием вымывания пигмента из заднего пигментного листка радужки [6].

### Вырезка

Вырезка – узкая борозда, являющаяся границей между передним пограничным кольцом Швальбе с одной стороны и зоной корнеосклеральной трабекулы с другой. В области вырезки, иногда даже у молодых, видны отложения пигмента [4].

### Зона корнеосклеральной трабекулы и Шлеммова канала.

Трабекулярная сеть расположена между склеральной шпорой и линией Швальбе. Зона корнеосклеральной трабекулы при осмотре ее со стороны передней камеры имеет вид довольно широкой бледно-серой или коричневой полосы с большей или меньшей степенью прозрачности. Передняя граница зоны корнеосклеральной трабекулы обычно гладкая, но может быть также волокнистой или неоднородной. Трабекула имеет пористое строение и напоминает губчатую ткань, которая в виде кольца шириной от склеральной шпоры до линии Швальбе покрывает изнутри Шлеммов канал.

Описывается 3 слоя в составе трабекулярной сети [4].

1 слой – увеальная сеть, являющаяся продолжением цилиарной мышцы в сторону роговицы. Он состоит из 1 – 3 слоев пластин коллагеновой ткани, покрытых с обеих сторон базальной мембраной и эндотелием. В пластинах имеются большие отверстия, которые не могут оказать сопротивление оттоку внутриглазной жидкости, а между слоями пластин – щели, расположенные параллельно друг другу.

2 слой – корнеосклеральная сеть – несколько (5 - 10) слоев очень тонкой соединительной ткани. В этом слое отверстия меньше, редко накладываются друг на друга, сопротивление оттоку глазной жидкости, вероятно, выше.

3 – эндотелиальная сеть (или юкстаканаликулярная соединительная ткань) лежит между корнеосклеральной трабекулой и эндотелием внутренней стенки Шлеммова канала. Эта сеть состоит из соединительной ткани, 2 – 5 слоев фиброцитов и клеток, которые считают

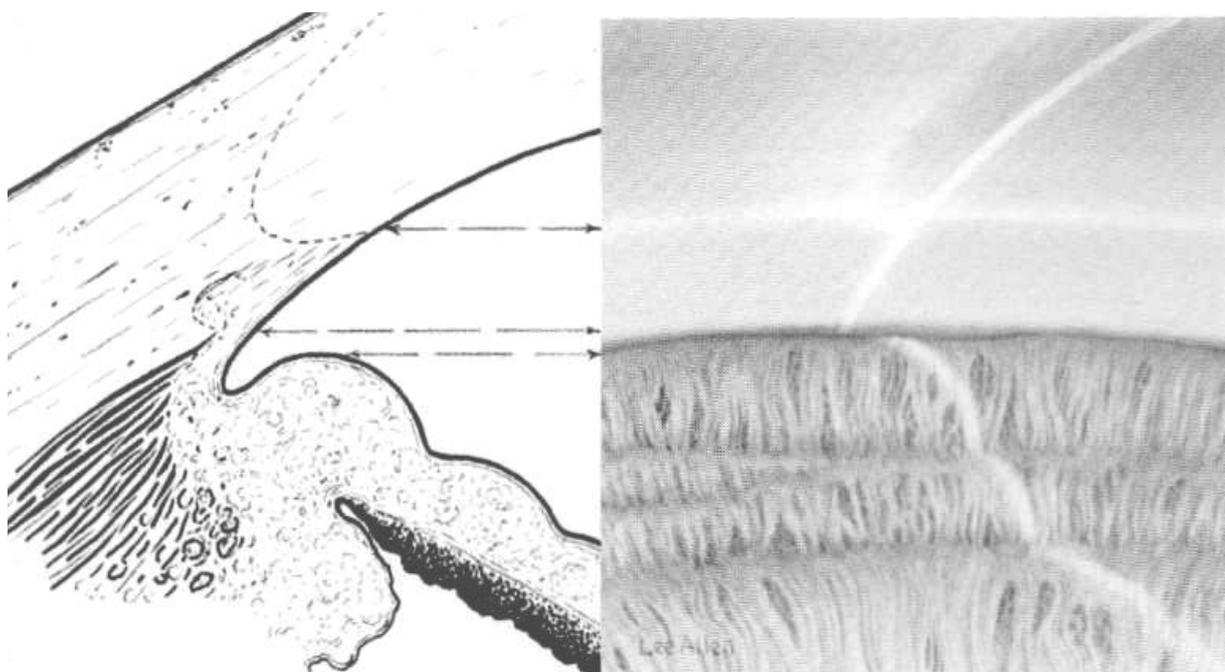
эндотелиальными. Внутриглазная жидкость проникает в Шлеммов канал благодаря двум разным механизмам: интрацеллюлярно, то есть через узкие щели между эндотелиальными клетками, и трансцеллюлярно, то есть сквозь интрацеллюлярные поры тех же клеток [4, 8].

Шлеммов канал расположен глубоко в лимбе и отделен от передней камеры трабекулярной сетью. В норме высота щелевидного просвета канала достигает 0, 28 мм, при тяжелом течении глаукомы он может значительно сплющиваться. Шлеммову каналу свойственна различная проекция на зону корneosклеральной трабекулы. Чаще он расположен в центре, реже проецируется в верхних или нижних отделах этой зоны. Шлеммов канал выделяется более насыщенной окраской с сероватым или коричневым оттенком. У некоторых людей он неразличим [4].

У детей и молодых людей корneosклеральная трабекула не пигментирована и очень нежна. Это объясняется тем, что свободный пигмент не был отфильтрован трабекулярной сетью во время движения влаги в Шлеммов канал. С возрастом трабекулярная сеть становится пигментированной. Поскольку внутриглазная жидкость просачивается сквозь трабекулярную сеть через заднюю ее порцию, то задняя часть зоны корneosклеральной трабекулы более пигментирована, чем передняя. Пигментация обычно более выражена в нижних отделах трабекулярной сети в связи с гравитацией и особенностями циркуляции внутриглазной жидкости [2]. Существуют два патологических состояния, при которых пигментация наиболее резко выражена – это пигментная глаукома и псевдоэксфолиации капсулы хрусталика. В меньшей степени пигментация выражена при других заболеваниях, включающих открытоугольную глаукому, травмы, ирит и диабет [8].

#### Склеральная шпора

Склеральная шпора, или заднее пограничное кольцо Швальбе – это утолщение склеральной ткани, являющееся задней границей трабекулярной сети и лежащее кпереди относительно пояска цилиарного тела. Она служит местом прикрепления к склере меридиональной порции цилиарной мышцы. Склеральная шпора выглядит как тонкий поясок, обычно белый или светло-серый, но может иметь и желтоватый оттенок у пожилых людей. Склеральную шпору иногда трудно отличить от трабекулярной сети в слабо пигментированных глазах, за исключением контраста с соседним пояском цилиарного тела. Склеральная шпора может перекрываться отростками радужки, высоким положением радужки, при



**Рис.8.** Узкая полоса цилиарного тела.

бомбаже радужки, периферических передних синехиях или грубой пигментации [6].

### Цилиарное тело

Полоска цилиарного тела располагается позади склеральной шпоры и бывает по цвету от светло-розового до темно-коричневой, но она всегда более пигментирована, чем зона корнеосклеральной трабекулы. Интенсивность окраски, как правило, связана с цветом радужки. При темной радужке полоска цилиарного тела имеет насыщенную коричневую окраску, а при светлой имеет песочный оттенок. При осмотре пациента со светлой радужкой, в этой зоне иногда можно увидеть одиночный сосуд из большого артериального круга радужки. У пожилых полоска цилиарного тела приобретает пепельно-серый цвет, поверхность ее теряет исчерченность [1]. Поясок цилиарного тела может быть достаточно широким в миопических и афакичных глазах, и узким или отсутствовать в гиперметропических глазах или в глазах с передним расположением радужки. Если исследователь отмечает, что поясок цилиарного тела ненормально глубок и ассиметричен по сравнению с парным глазом, можно заподозрить рецессию угла, циклодиализ или одностороннюю высокую миопию [3].

### Радужная оболочка

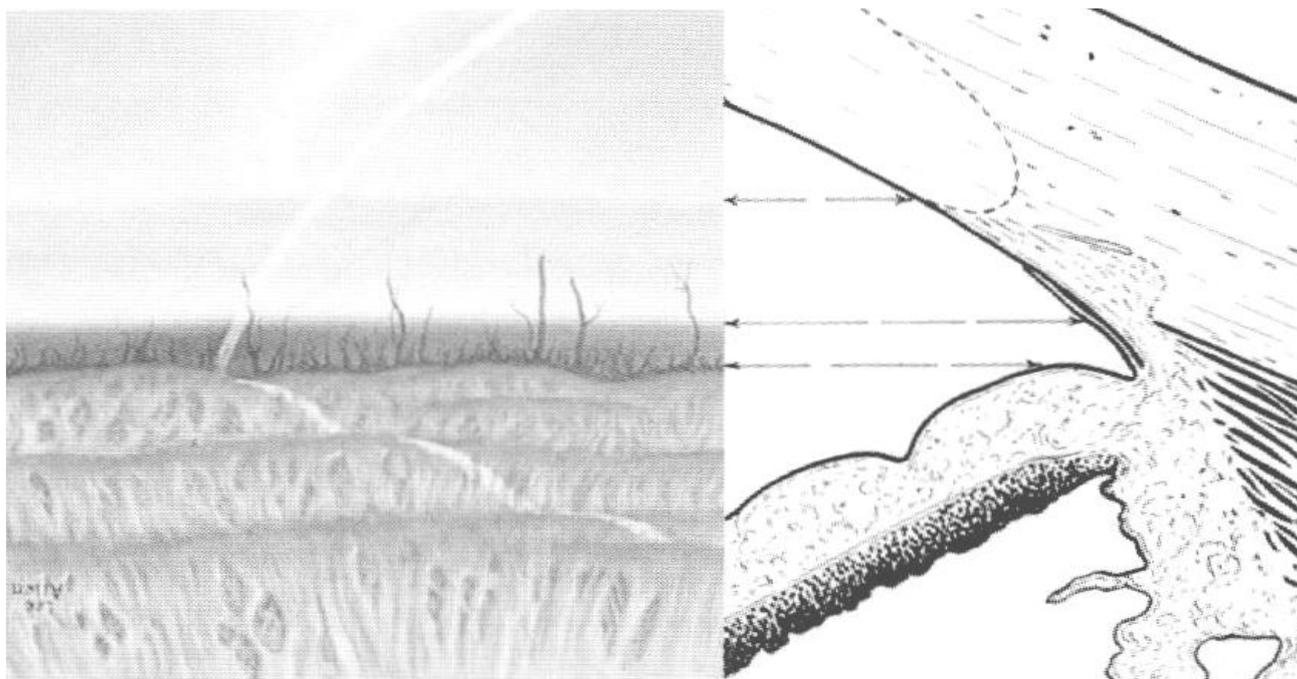
Полоска цилиарного тела переходит в периферическую часть (корень) радужки. Исследование радужки начинается с центра. По краю зрачка могут определяться отложения, наводящие на мысль о псевдоэксфолиациях. По периферии контур радужки плоский или слегка выпуклый. Гиперметропические глаза имеют более выпуклую радужку, в то время как миопические или афакичные – слегка вогнутую. Ненормальная выпуклость радужки возникает при зрачковом блоке, большом хрусталике и при опухолях или кистах радужки или цилиарного тела. Патологическая выпуклость отмечается так же при синдроме

пигментной дисперсии и синдроме ретракции радужки. Нормальная радужка имеет радиальную исчерченность криптами. Голубые радужки имеют более выступающие борозды и крипты, чем карие. Сравнение этих поверхностных особенностей между парными глазами очень важно. При некоторых патологических состояниях, таких как гетерохромный синдром Фукса, нормальная исчерченность пропадает, радужка становится гладкой [3, 8].

Строма радужки образует складки. Самая периферическая складка (складка Фукса) расположена напротив кольца Швальбе и может перекрывать обзор трабекулярной сети. При осмотре радужки необходимо также проверить ее на наличие невусов, опухолей, атрофию, иридолиз и патологическую пигментацию. Ближе к углу передней камеры строма радужки становится тоньше и нежнее [8].

#### Отростки радужки

Отростки радужки, часто обнаруживаемые в здоровых глазах,



**Рис.9.** Пигментированные отростки радужки.

являются продолжением сосудистой оболочки от радужки к трабекулярной сети в виде тонких перемычек. В месте прикрепления отростки обычно

древовидно ветвятся. Место их прикрепления варьирует от склеральной шпоры вплоть до линии Швальбе. Обычно нежные и ажурные, эти отростки иногда располагаются так плотно, что могут перекрывать склеральную шпору. Количество их резко увеличено при синдроме Axenfeld-Kilger. Отростки радужки по цвету могут быть от темно-коричневых до светло-серых (у голубоглазых). При травматической рецессии угла передней камеры отростки радужки могут отрываться от места прикрепления. Это является косвенным признаком рецессии угла. Очень важно отличать отростки радужки от периферических передних синехий [3].

#### Сосуды угла передней камеры

В норме сосуды угла передней камеры представлены радиально расположенными сосудами радужки, относящимися к большому артериальному кругу радужки и циркулярно идущими сосудами цилиарного тела, которые можно увидеть на периферии радужки. Патологические сосуды угла передней камеры (новообразованные) имеют концевые ветви, пересекают склеральную шпору, а затем делятся. Они не имеют циркулярного или радиального направления и связаны с фиброзной тканью [4].

#### Ширина угла передней камеры

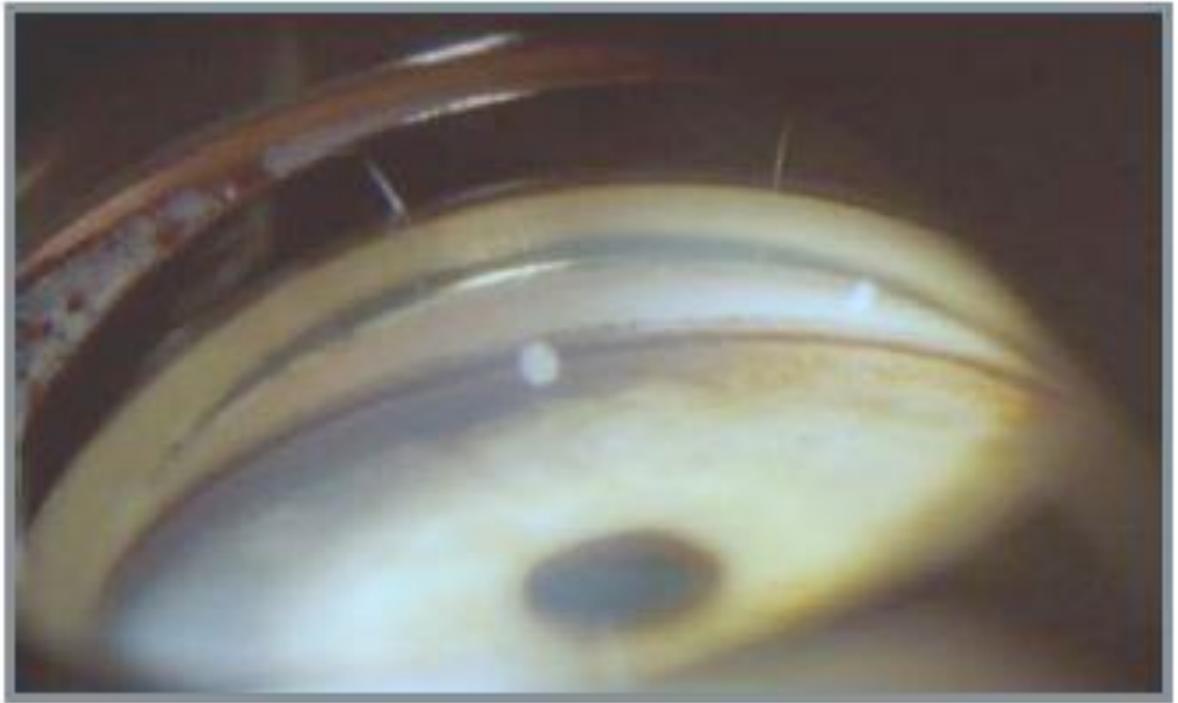
Угол между радужкой и роговицей обычно достаточно широк для осмотра всех его элементов. При прочих равных условиях, угол передней камеры обычно широкий в миопических и афакичных глазах и достаточно узкий у гиперметропов. В миопических глазах закрытие угла довольно редко, как и при афакии, но возможно [1].

В определении ширины угла передней камеры играют роль многие факторы, включая уровень расположения радужки в углу, форму радужки, размер зрачка, толщину хрусталика, соотношение угла между радужкой и хрусталиком. Более того, широкий угол передней камеры может стать уже с возрастом. Иногда встречается выраженное переднее положение

радужки, при котором она перекрывает полосу цилиарного тела, склеральную шпору и даже части зоны корнеосклеральной трабекулы. Как правило, углы с передним прикреплением радужки наиболее узкие, а с задним прикреплением – наиболее широкие. Углы со срединным прикреплением радужки обычно среднеширокие [7].

## **Гониоскопическая картина**

Непрямая гониоскопия осуществляется с помощью щелевой лампы, при этом рассматривается отраженное зеркалом изображение. Видимый участок УПК расположен в  $180^\circ$  от используемого зеркала. Исследователь должен помнить, что рассматриваемое изображение является прямым зеркальным отражением, а не обратным зеркальным, как при непрямой офтальмоскопии. При непрямой гонископии изображение угла, видимое в верхнюю часть височного зеркала, соответствует верхней части носового угла [1].



*Рис.10. Угол передней камеры, гониоскопия, видны все структуры.*

### Световая вилка

При использовании узкого луча, полоска света на выходе из угла образует два световых рефлекса: один от внутренней поверхности роговицы, другой – от наружной. Вдобавок к внутренней и наружной поверхностям роговицы, узкий пучок подсвечивает пространство между роговицей и поверхностью непрозрачной склеры. Эти световые рефлексы в форме вилки так и называются: световая вилка [6]. Лучи световой вилки пересекаются на линии Швальбе. Обозначая линию Швальбе, световая вилка указывает переднюю границу трабекулы. Эта вилка может выглядеть по-разному, в зависимости от анатомии роговицы и склеры. При слабой пигментации или нарушении анатомии угла, когда опознавательные зоны отсутствуют, световая вилка укажет переднюю границу трабекулы. Слегка сдвигая гониоскоп в направлении зеркала, через которое ведется наблюдение, исследователь добивается более четкого вида роговицы и световой вилки [1].

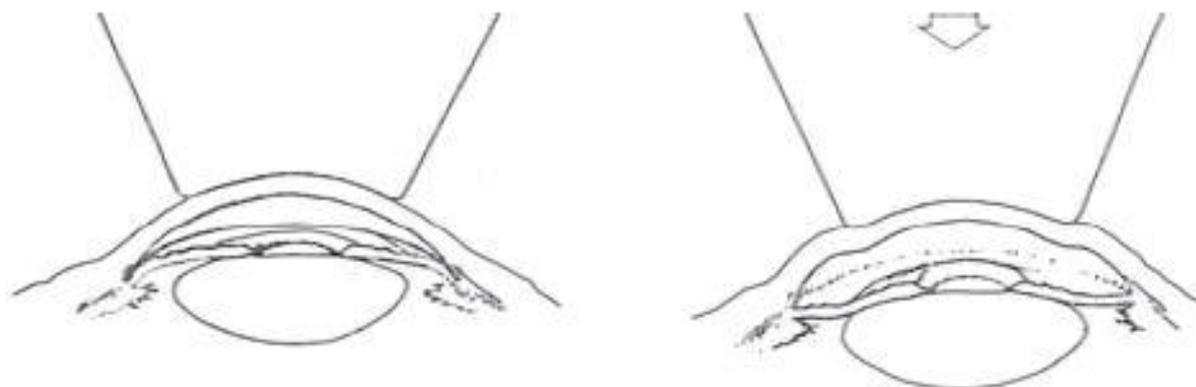


**Рис.11.** Световая вилка – схождение светового среза от передней и задней поверхности роговицы.

#### Гониоскопия с надавливанием (проба Форбса)

Форбс в 1966 году описал использование четырехзеркальной линзы Zeiss для дифференцирования органического (посредством передних синехий) закрытия угла передней камеры от функционального. Решение этого вопроса очень важно, т. к., если в глазу имеется функциональная блокада УПК, можно ожидать хорошего результата от хирургической или лазерной иридотомии, в то время как при органической блокаде может потребоваться фистулизирующая операция [7]. Forbes обнаружил, что прямое давление на роговицу посредством линзы Zeiss приводит к тому, что внутриглазная жидкость устремляется в направлении угла. При этом функционально заблокированный угол углубляется, позволяя исследователю увидеть трабекулярную сеть. Угол, закрытый посредством синехий, не открывается при надавливании, или открывается частично, при этом

становятся видны передние синехии, прикрепленные к трабекулярной сети или роговице [1].



*Рис.12. Проба Форбса. Дифференциальная диагностика функционального и органического закрытия угла передней камеры.*

## Классификация угла передней камеры

**Система Шаффера (Shaffer)** основана на величине угла между радужкой и периферией роговицы.

УПК	Ширина угла в градусах	Клиническая интерпретация
Степень 0	Закрит	
Щелевидный	$<10^\circ$	Значительный риск закрытия
Степень I	$10^\circ$	Значительный риск закрытия

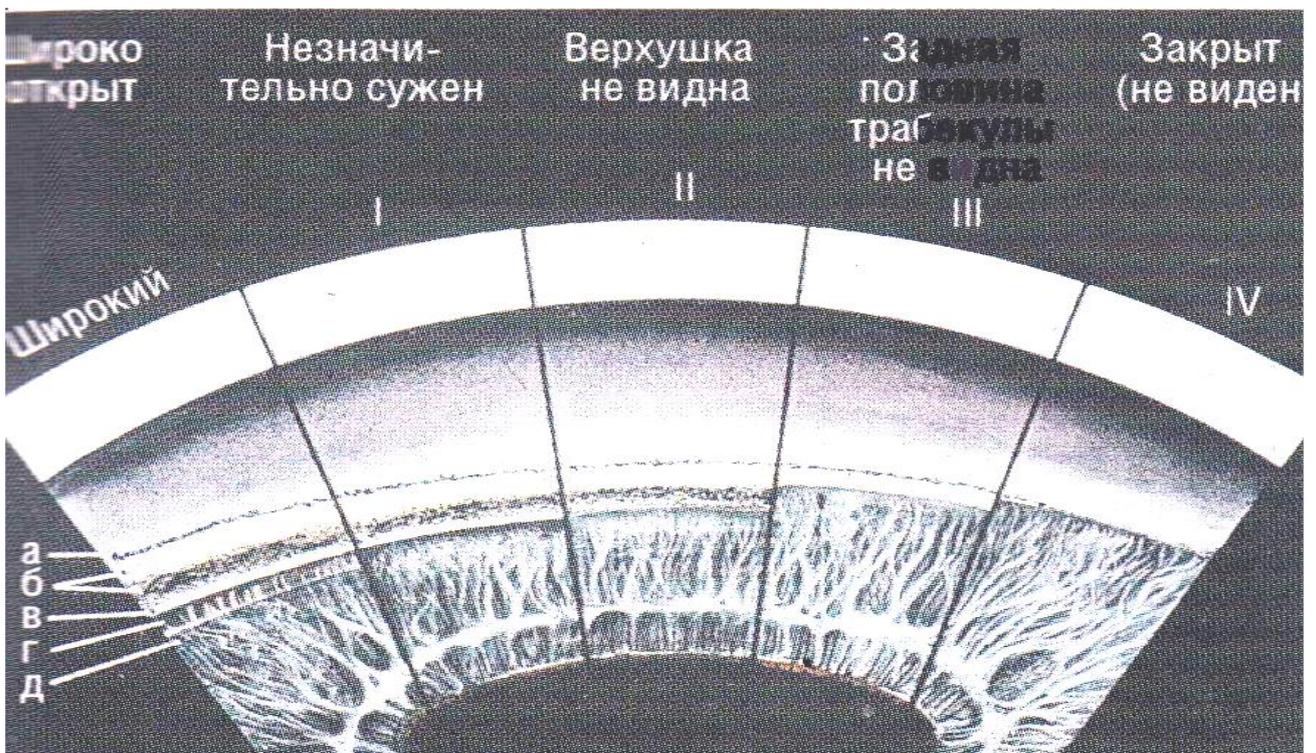
Степень II	20°	Закрытие возможно
Степень III	30°	Нет риска закрытия
Степень IV	40° и больше	Нет риска закрытия

**Система Ван-Бойнингена (van Beuningen)** наиболее широко распространена в отечественной офтальмологии.

УПК	Угол в градусах	Доступность зон угла осмотра
Широкий	45°	Видны все зоны, корень радужки расположен на самых задних границах цилиарного тела
Средний	20° - 45°	Корень радужки на уровне средних или передних частей цилиарного тела
Узкий	20°	Цилиарное тело, а иногда и склеральная шпора не видны, корень радужки на уровне передних отделов склеральной шпоры, осмотр Шлеммова канала затруднен
Щелевидный	5 - 10°	Корень радужки проецируется на уровне передней части трабекулы, Шлеммов канал осмотру недоступен
Закрытый	---	Корень радужки прилегает к переднему пограничному кольцу Швальбе или роговице

**Система Шейе (Scheie)** – это простая и удобная система классификации УПК сочетает в себе элементы классификаций Шаффера и Ван-Бойнингена [1].

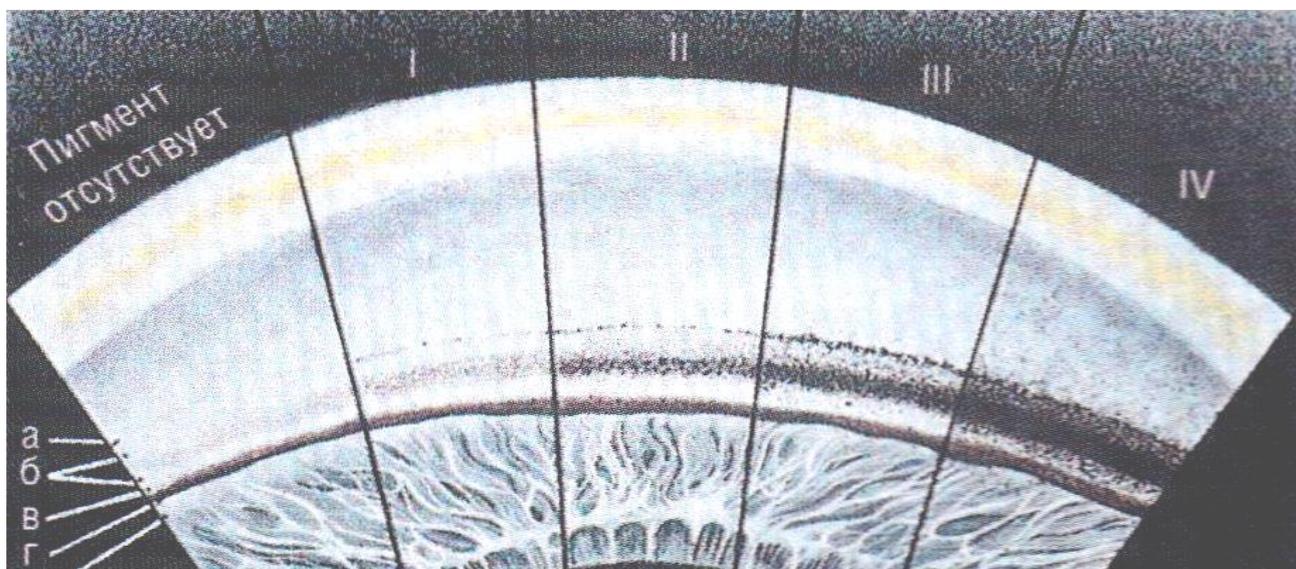
УПК	Доступность зон угла осмотра
Широкий	Видны все структуры
Степень I	Корень радужки мешает осмотру
Степень II	Не видна полоска цилиарного тела
Степень III	Не видна задняя часть трабекулы
Степень IV	Видно толь кольцо Швальбе



*Рис.13. Классификация ширины УПК по Шейе*

## Пигментация трабекулы

*Если степень пигментации неравномерная, то ее обозначают несколькими цифрами, которые записывают в ряд, при этом их порядок соответствует следующему порядку сегментов: нижний → носовой → височный → верхний [3].*



**Рис.14.** Степень пигментации: 0 – нет, I – слабая, II – средняя, III – выраженная, IV – резко выраженная

## **Регистрация результатов гониоскопии с помощью диаграмм**

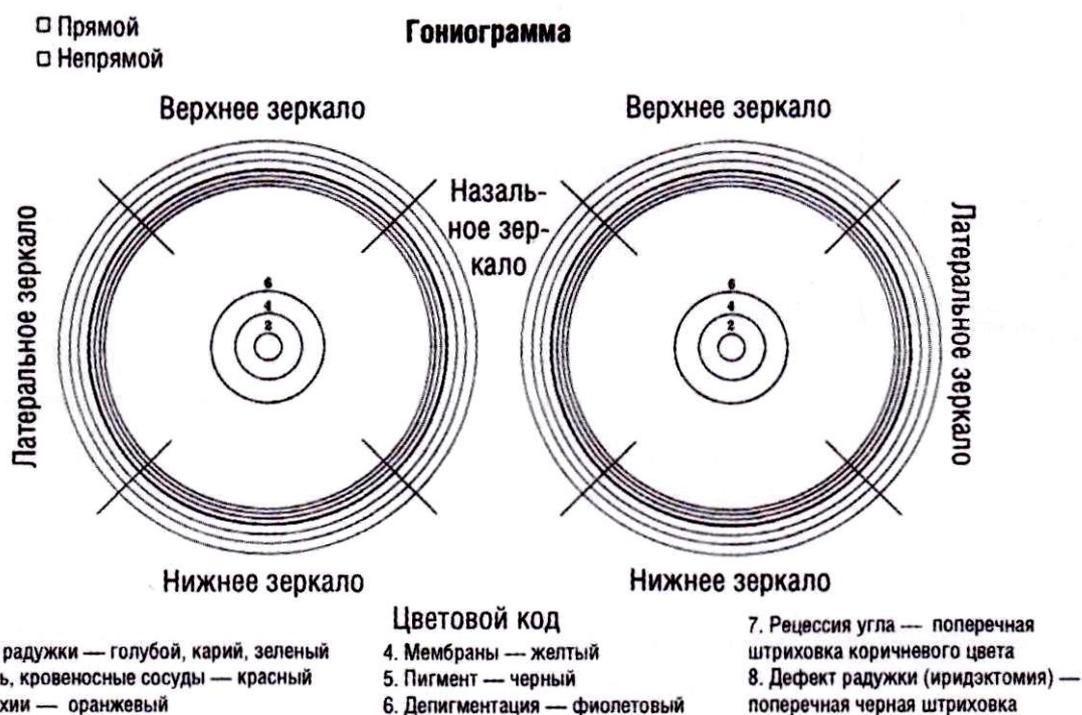
Целесообразно отображать результаты исследования графически. На схеме можно изобразить любые патологические находки, например, расположение инородного тела, опухоли, плотность пигмента и пр. Это весьма практичный и удобный способ регистрации результатов гониоскопии, который целесообразно широко внедрять в клиническую практику.

При исследовании угла передней камеры глаза в сагиттальной плоскости определяются следующие опознавательные зоны:

- Радужная оболочка, ее цвет, рисунок, тип строения, наличие дистрофических очагов, степень проминенции радужки, другие особенности. Обращают внимание на расположение, ширину большого круга кровообращения радужки, преимущественное расположение его в

переднем отделе ресничного тела или прикорневой зоне радужной оболочки.

- Полоса ресничного тела, ее цвет, форма, ширина, васкуляризация (физиологическая и патологическая).
- Склеральная шпора, цвет, ширина, особенности строения.
- Корнеосклеральная трабекула, ее ширина, цвет, прозрачность, пигментация, физиологическая и патологическая васкуляризация.
- Круговой венозный синус (Шлеммов канал), его цвет, ширина, локализация изменения по периметру угла, пигментация.
- Переднее пограничное кольцо Швальбе, вырезка, их ширина, цвет, пигментация, особенности.
- Гребенчатая связка, тип ее строения, протяженность.
- Определяют физиологические и патологические варианты сосудов в углу передней камеры, форму камерной бухты, степень сужения угла, характер сужения (функциональный или патологический) [10].



**Рис.15.** Гониограмма Беккера. Центральная темная линия обозначает склеральную шпору, 3 линии снаружи от этой темной линии – трабекулярная сеть, а 3 линии кнутри – различные уровни прикрепления радужки в области ресничного тела.

## Гониоскопическая характеристика избранных патологических состояний

### Иридоциклит

При иридоциклите гониоскопическое исследование нередко выявляет симптомы, которые помогают осуществить правильную и своевременную диагностику заболевания. Это играет большую роль в тех случаях, когда клиническая картина иридоциклита является нечеткой и обычное исследование не позволяет выявить изменений, которые свидетельствовали бы о наличии воспалительного процесса. Гониоскопическое исследование, предпринятое в таких случаях, помогает в постановке раннего диагноза. Оно также открывает возможности в

проведении дифференциальной диагностики между группой негранулематозных (токсико-аллергических) и гранулематозных иридоциклитов.

При иридоциклите в ранней стадии его развития, в углу передней камеры приходится наблюдать скопление воспалительного экссудата, который в виде рыхлых, желеобразных масс выполняет нижние отделы камерной бухты, маскируя опознавательные зоны угла. В более поздние сроки наблюдения отмечается рассасывание или организация обнаруженного выпота. Процесс организации имеет место в основном при наличии густого фибринозного экссудата. При этом обычно радужка подтягивается вперед к одной из опознавательных зон угла, спаивается с ней, что приводит к формированию гониосинехий [4].

Можно наблюдать спаяние корня радужки с полосой цилиарного тела, склеральной шпорой, трабекулярной зоной, передним пограничным кольцом Швальбе и роговицей. В зависимости от этого гониосинехии разделяются на цилиарные, склеральные, трабекулярные, корнеальные. По нашим наблюдениям, место прикрепления гониосинехии зависит от количества выполняющего камерный угол экссудата и формы угла [2]. При узком угле, как правило, образуются более высокие, трабекулярные или роговичные гониосинехии. Существует довольно большое разнообразие в форме и ширине гониосинехий: в одних случаях они представляются нежными, имеющими вид тонких нитей (нитевидные гониосинехии), чаще по форме они напоминают конус, основание которого обращено к корню радужки (конусовидные гониосинехии); в отдельных случаях синехии отличаются большой шириной и массивностью, напоминая по виду трапецию (трапециевидные гониосинехии) [3].



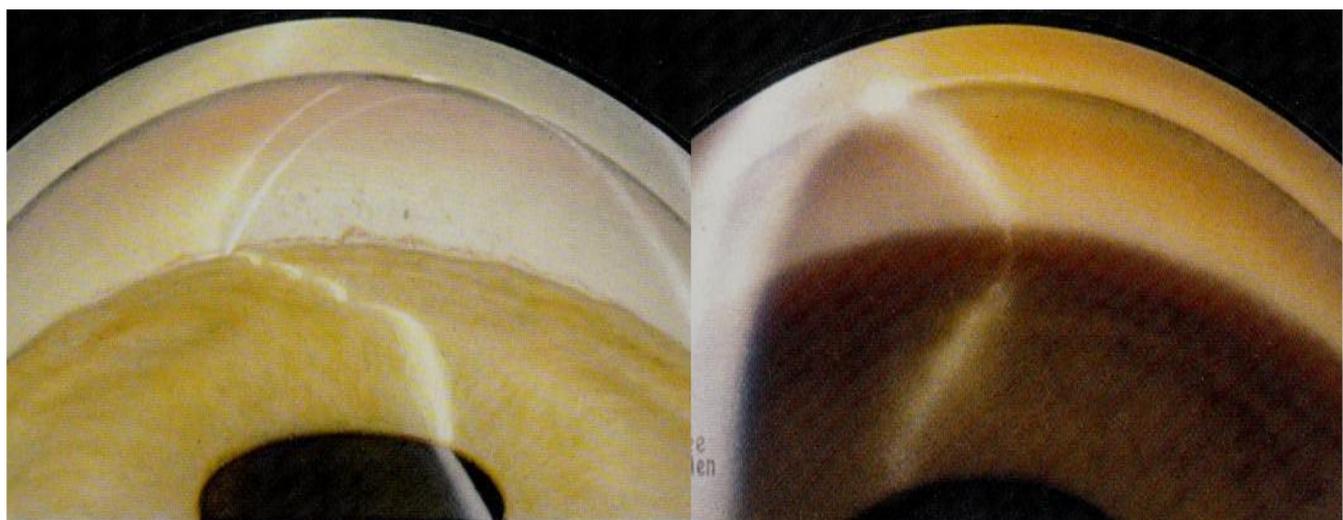
**Рис.16.** Угол передней камеры при иридоциклитах

Если гониосинехия занимает всю окружность угла, она получает название тотальной и является следствием длительного закрытия угла передней камеры. Необходимо указать, что нитевидные синехии легко спутать с волокнами гребенчатой связки. Последние, в отличие от синехий, не подтягивают корень радужки к трабекулярной зоне. Они являются своеобразной «распоркой» между корнем радужки и трабекулой. Волокна связки в месте своего прикрепления к трабекуле часто древовидно ветвятся, чего не наблюдается при гониосинехиях.

При токсико-аллергических иридоциклитах неспецифической этиологии гониосинехии имеют вид нежных и тонких спаек, со временем нередко совершенно исчезающих. Что касается гранулематозных иридоциклитов, то они большей частью характеризуются более грубыми, широкими гониосинехиями, возникающими в местах скопления воспалительного экссудата. Последний иногда имеет своеобразный вид, напоминая баранье сало [1].

## Первичная глаукома

Гониоскопические изменения при застойной глаукоме отличаются от изменений, наблюдаемых при простой глаукоме. Застойная форма глаукомы характеризуется тем, что при ней камерный угол имеет определенную тенденцию к сужению, хотя все же среднеширокие углы преобладают над узкими, наблюдается появление гониосинехий; их возникновение связывается с уменьшением ширины угла. Для простой глаукомы является характерным наличие широкого или среднеширокого



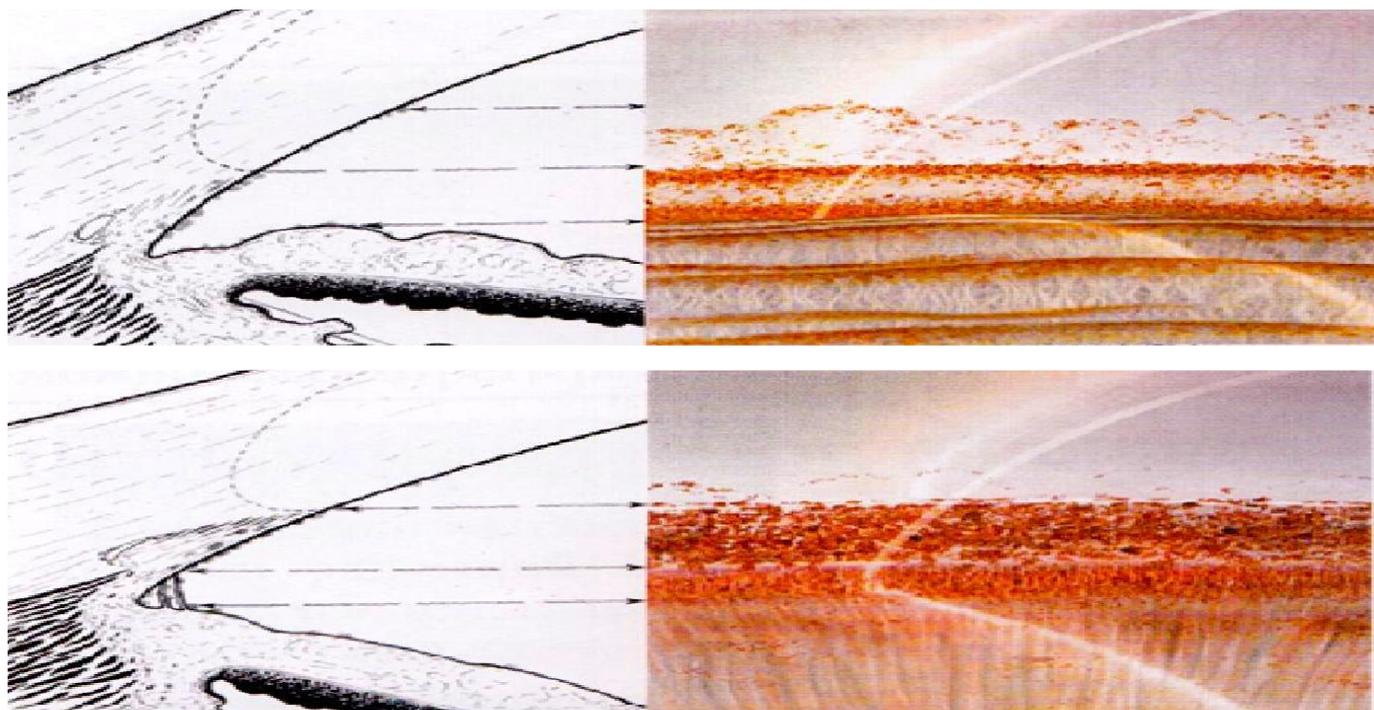
*Рис.17. Угол передней камеры при закрытоугольной глаукоме.*

угла, причем ширина его обычно не изменяется и при повышении внутриглазного давления. [5].

Гониосинехии часто можно обнаружить после острого приступа глаукомы, однако они появляются и вне зависимости от острого приступа. В основном это тонкие нитевидные или конусовидные синехии, иногда разрывающиеся при активном применении миотиков. При застойной глаукоме они всегда более высоки и многочисленны, чем при простой глаукоме. В последнем случае гониосинехии образуются реже и в более отдаленные сроки. Они обычно единичные, тонкие и низко прикрепляющиеся (цилиарные, склеральные). Следует отметить, что

гониосинехии при первичной глаукоме вначале появляются в верхних отделах камерного угла, что отличает их от гониосинехий воспалительного происхождения [6].

При глаукоме наблюдаются также выраженные изменения в области трабекулярного аппарата. К наиболее часто встречающимся изменениям относится пигментация трабекулярной зоны. Умеренная пигментация, при которой на поверхности трабекул встречаются единичные гранулы пигмента, является вариантом нормы. При глаукоме в зоне трабекул в значительном количестве появляется экзогенный пигмент, приносимый сюда камерной влагой. В некоторых случаях пигмента настолько много, что он откладывается не только в трабекулярной зоне, но также и в области переднего пограничного кольца Швальбе. Наконец, пигмент может совершенно замаскировать опознавательные зоны угла по всей его окружности [10].



**Рис.18.** Различные степени пигментации УПК при открытоугольной глаукоме.

Такое состояние носит название пигментного блока угла передней камеры. Отложение пигмента всегда начинается с нижнего сегмента угла. Пигментация опознавательных зон угла передней камеры связана с деструкцией заднего пигментного листка радужки и пигментного эпителия цилиарного тела, о чем свидетельствуют проведенные био- и гистомикроскопические исследования [8].

К числу симптомов, наблюдаемых при глаукоме, относятся склероз, уплотнение трабекул фильтрационного аппарата угла передней камеры. В случаях склероза зона трабекул приобретает своеобразный, несколько блестящий, сухожильный вид. Прозрачность трабекулярной сети понижена, о чем свидетельствует нечеткость, ступенчатость заднего ребра оптического среза трабекул [6].



**Рис.19.** Блокада радужкой «высокого» разреза при трабекулэктомии.

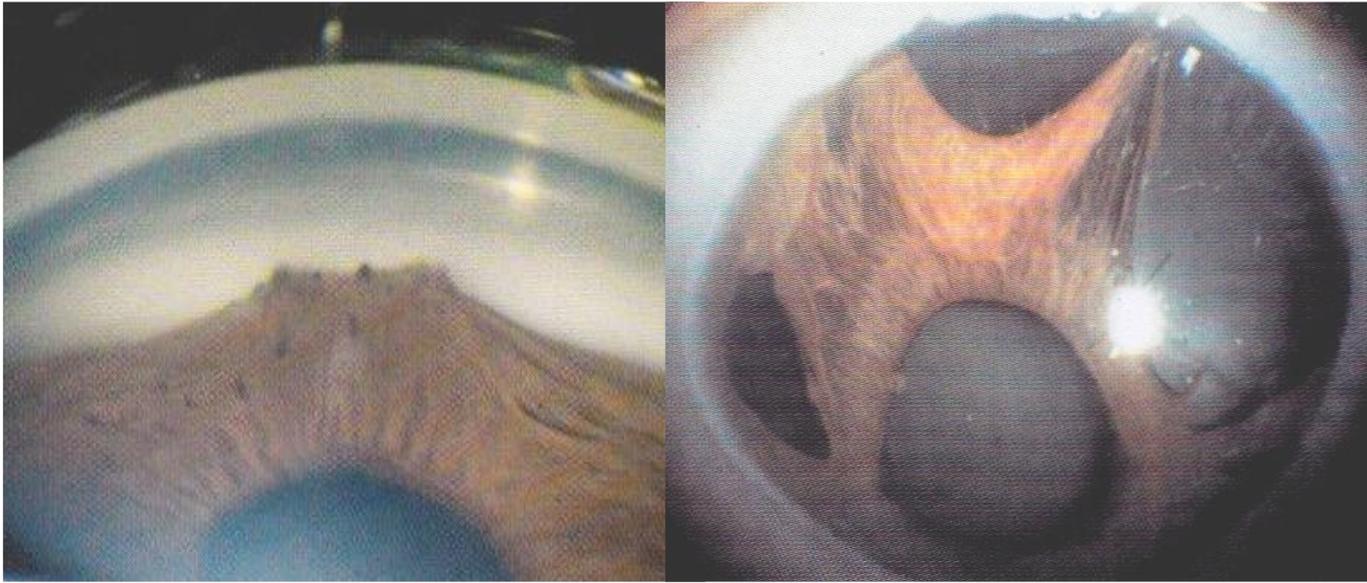
При осмотре цилиарного тела и корня радужки у многих больных глаукомой наблюдается субатрофия ткани. Это выражается в сглаженности радиальной исчерченности цилиарного пучка, сглаженности и нечеткости контракционных борозд радужки. Цилиарное тело обычно приобретает серый цвет, напоминая по виду войлок. Метод микрогониоскопии особенно ценен при анализе причин неуспешных антиглаукоматозных операций. Среди этих причин при фистулизирующих операциях можно выделить неправильное (слишком роговичное или склеральное) расположение фильтрующего отверстия, заращение его соединительной тканью. Иногда наблюдается блокада зоны фильтрации корнем радужки, отростками цилиарного тела или экватором хрусталика [7, 8].

Неуспех антиглаукоматозной иридэктомии объясняется обычно оставлением корня радужки, который блокирует фильтрационный аппарат угла передней камеры. Это случается при роговичном расположении операционного разреза, что мешает хирургу активно иссечь корень радужки [7].

## **Вторичная глаукома**

Остановим внимание на тех формах вторичной глаукомы, которые представляют определенные диагностические трудности. Одна из них – поствоспалительная. Процесс в остром периоде очень напоминает острый приступ первичной глаукомы. Между тем правильный и своевременный диагноз в этих случаях совершенно необходим для проведения раннего патогенетического лечения, которое является прямо противоположным для больных с первичной и вторичной (поствоспалительной) глаукомой. Для поствоспалительной глаукомы в острой воспалительной стадии типичным является наличие среднеширокого, в той или иной мере открытого угла, а острый приступ первичной глаукомы характеризуется, как правило, наличием закрытого угла. При первичной глаукоме в углу передней камеры встречаются изменения дистрофического характера (экзогенная пигментация, уплотнение, склероз трабекул). При поствоспалительной глаукоме зона трабекул имеет грязно-серый цвет, улавливается отечность, набухлость трабекул, скрывающих за собой просвет шлеммова канала. В ряде случаев перед трабекулами находятся облаковидные скопления экссудата, маскирующие как сами трабекулы, так и полосу цилиарного тела и корень радужки. Здесь же часто видны гониосинехии [8].

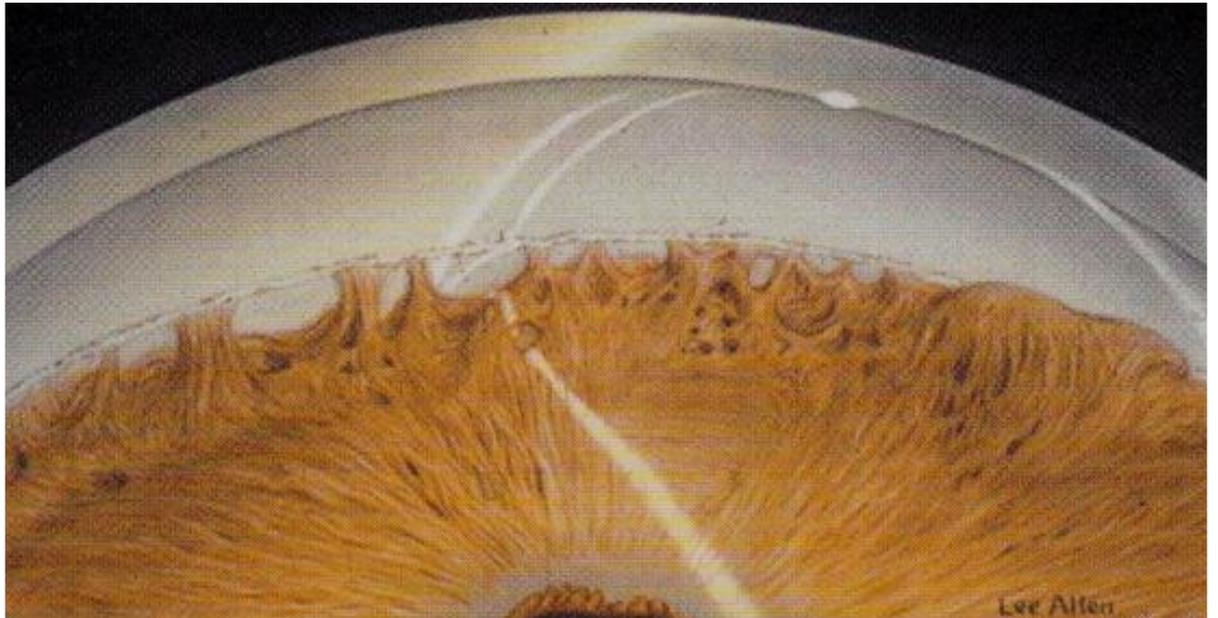
Вторичная глаукома, связанная с эссенциальной мезодермальной дистрофией радужки, характеризуется при гониоскопическом исследовании наличием очень мощной и высокой (роговичной) гониосинехии, находящейся в том секторе, куда подтянут зрачок. Синехия представлена плотной, похожей на строму радужки тканью. В некоторых случаях она производит впечатление опухоли [3].



*Рис.20. Мезодермальная атрофия радужки. Высокие передние синехии. Биомикроскопия радужки, зоны разрушения.*

### **Врожденная глаукома**

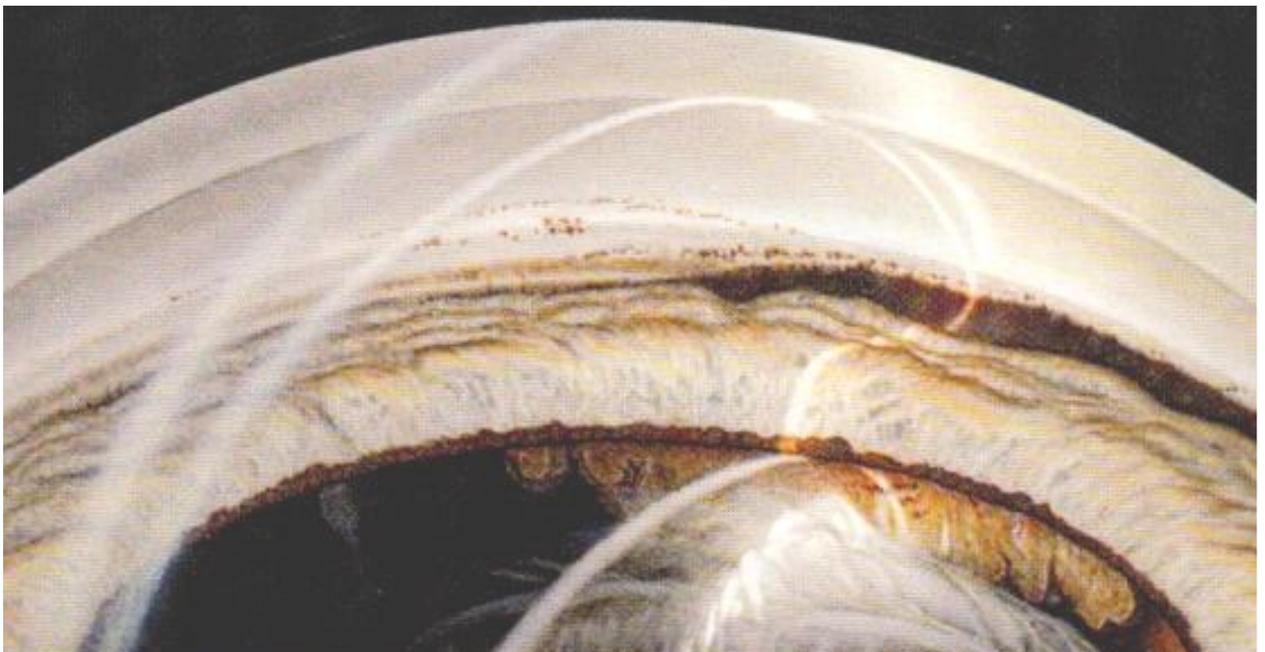
Врожденная глаукома характеризуется очень широким, растянутым углом передней камеры с нечетко дифференцирующимися опознавательными зонами, иногда прикрытыми эмбриональной тканью. Зона трабекул, как правило, уплотнена, не просвечивает, исследовать ее в оптическом срезе не представляется возможным. Шлеммов канал большей частью не дифференцируется. В отдельных случаях он выявляется в виде полосы белого цвета, отличающейся жестким рефлексом [10].



*Рис.21. Дисгенез угла передней камеры.*

### **Новообразования радужки и цилиарного тела**

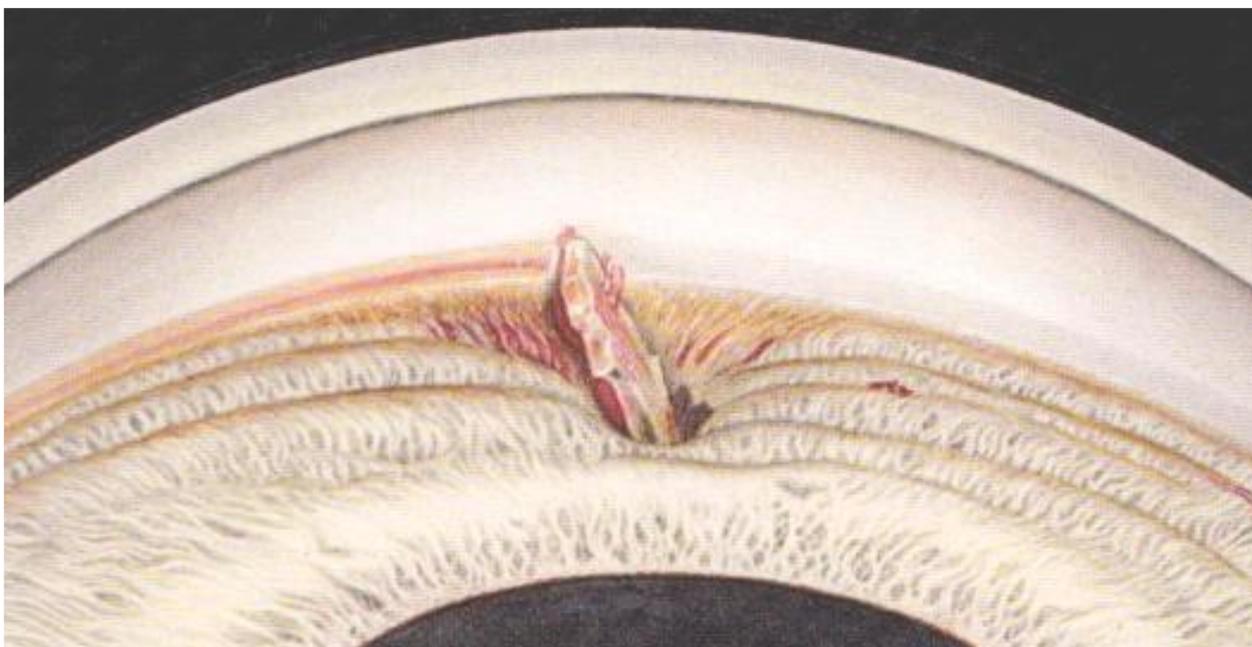
Узнать, поражены ли опухолью корень радужки и цилиарное тело, можно лишь методом микрогониоскопии. Этот метод позволяет более точно определить границы и форму новообразования, выявить его отношение к полосе цилиарного тела. Гониоскопия имеет большое значение в процессе динамического наблюдения за больным, позволяя вовремя заметить прогрессирующий рост новообразования [2].



**Рис.22.** Новообразование с прорастанием в УПК.

## Инородные тела передней камеры

Осмотр инородного тела с учетом его природы, размеров, остроты граней, взаимоотношений с тканью радужки и роговицы является хорошим дополнением к рентгенологическому методу исследования. В тех случаях, когда инородное тело является стеклянным или алюминиевым и нечетко выявляется на рентгенограммах, микрогониоскопия является единственным методом, который дает возможность осуществить правильную диагностику и выработать необходимую тактику лечения [6].



**Рис.23.** Инородное тело в углу передней камеры.

Гониоскопия является одним из важнейших методов клинического исследования глаза не только при глаукоме, но и при других заболеваниях. Она остается наиболее доступным и вместе с тем надежным способом исследования структур угла передней камеры. Современный офтальмолог, безусловно, должен уметь выполнять это исследование и правильно оценивать его результаты.

В настоящее время разрабатываются новые системы для осмотра угла передней камеры. Используются новейшие технологии, позволяющие проводить не только качественный, но и количественный анализ структур переднего сегмента глаза, в частности созданы приборы для проведения оптической когерентной томографии переднего отдела глаза, сканирующий анализатор глубины периферической части передней камеры, ультразвуковой биомикроскоп (UBM) и многие другие. Но эти технологии призваны скорее не заменить, а дополнить данные, полученные с помощью гониоскопии.

## **Ультразвуковая биомикроскопия (UBM)**

В последнее время в клиническую практику внедряется новый метод акустической визуализации внутриглазных структур переднего сегмента глаза – ультразвуковая биомикроскопия - новый ультразвуковой диагностический метод, предложенный в 1990 Pavlin CJ и соавт., впервые позволил детально визуализировать не только переднюю, но и заднюю камеры глаза без нарушения целостности глазного яблока, провести качественную и количественную оценку его структур, уточнить пространственные взаимоотношения роговицы, цилиарного тела, радужки, хрусталика при непрозрачных преломляющих средах. УБМ позволила более глубоко раскрыть патофизиологические механизмы развития различных форм глаукомы и оценить корреляцию между морфологией зон

угла передней камеры и эффективностью хирургического вмешательства. Этот метод позволяет исследовать передний отрезок глаза на микроструктурном уровне. УБМ представляет собой В - сканирующую ультразвуковую иммерсионную диагностическую процедуру с линейным сканированием, которая предоставляет количественную и качественную информацию о структуре переднего сегмента глаза [9].

Биологические ткани представляют собой совокупность акустически разнородных сред. При попадании ультразвуковой волны на границе раздела двух сред происходит ее преломление и отражение. Получение изображения структур переднего отрезка глаза методом УБМ основано на измерении акустической рефлексивности, т. е. степени отражения ультразвукового излучения тканями глаза.

Сканирование выполняется в иммерсионном режиме, с использованием иммерсионной канюли. Это означает, что между кончиком и глазом должна быть контактная жидкость (например, дистиллированная вода) [9].

**Процедура УБМ** проводится следующим образом. Укладываем пациента на кушетку, в полость конъюнктивы закапываем анестетик, после наступления анестезии на глаз устанавливаем иммерсионную канюлю, наливаем в нее иммерсионную среду (дистиллированная вода или раствор вискоэластика), помещаем датчик в иммерсионную среду и начинаем сканирование. Продолжительность обследования 1 пациента 40 минут. В связи с тем датчик совершает маятникообразные колебательные движения нельзя допускать соприкосновения датчика с роговицей из-за опасности ее повреждения [3]. Изображение записывается в виде видеоролика. В режиме стоп-кадра можно выводить на экран интересующую зону для морфометрических измерений и исследования локального участка.

С помощью УБМ можно исследовать: роговицу и склеру, переднюю камеру, угол глаза, радужку, цилиарное тело, заднюю камеру, цинновы связки, передние слои хрусталика.

УБМ может использоваться для получения качественной информации о различных дефектах роговицы, глубине залегания и выраженности помутнений и отека роговицы, наличие перфораций в кератотомических рубцах. УБМ также может применяться для определения взаимоотношений между ИОЛ и внутриглазными структурами, такими, как расстояние между оптикой линзы и эндотелием роговицы или хрусталиком (в случае факичной ИОЛ), а также для анализа положения гаптики ИОЛ и ее центрации. УБМ открывает новые возможности качественного и количественного анализа состояния хирургически сформированных путей оттока внутриглазной жидкости при глаукоме. Методика помогает в диагностике опухолей переднего отрезка глаза [10].

Для изучения структурных особенностей переднего сегмента глаза при различных состояниях исследуют следующие параметры:

- Изменения толщины радужки (в 500мкм от склеральной шпоры)
- Профиль радужки
- Положение радужки по месту крепления ее к цилиарному телу (переднее, среднее, заднее)
- Максимальная глубина задней камеры (перпендикуляр от задней поверхности радужки до первого визуализированного волокна цинновой связки)
- Максимальная толщина цилиарного тела (перпендикуляр от основания цилиарного отростка к склере)
- Толщина цилиарного тела в 1,0 мм и 2,0 мм от склеральной шпоры по перпендикуляру к склере.
- Волокна цинновой связки (наикратчайшее расстояние от верхушки цилиарных отростков до экватора хрусталика вдоль волокна)

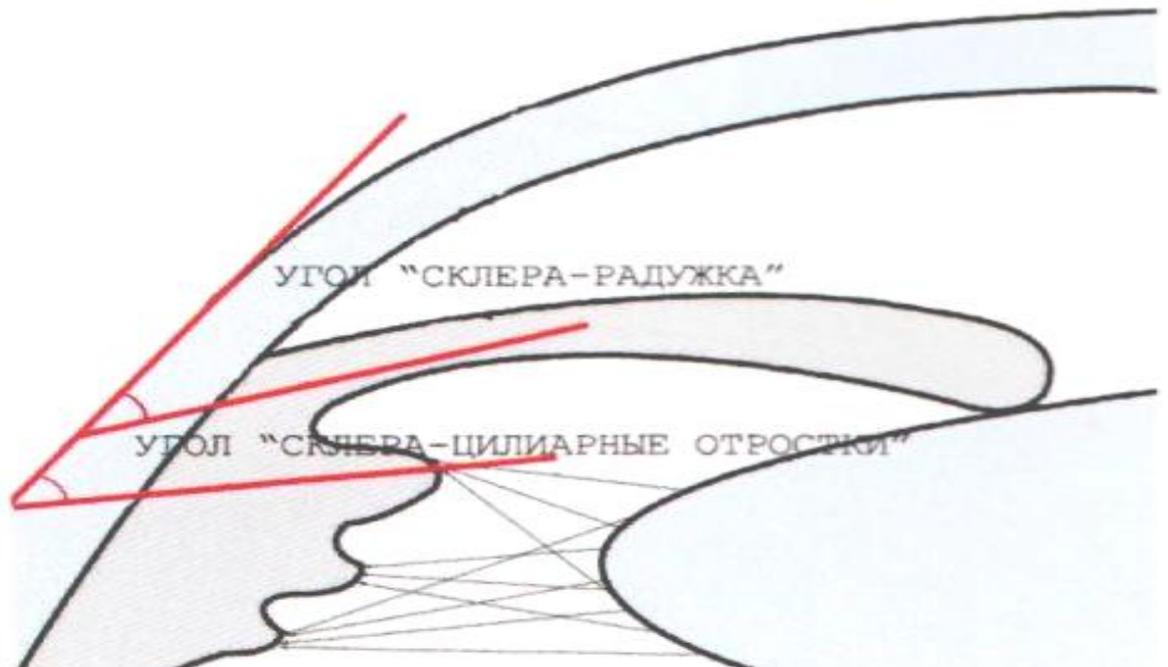
- Угол передней камеры, в градусах.



**Рис.24.** Глубина передней камеры, мм (перпендикуляр от эндотелия роговицы до передней поверхности хрусталика). Дистанция «трабекула-радужка» (перпендикуляр от эндотелия роговицы до передней поверхности радужки в 250 и 500мкм от склеральной шпоры)



**Рис.25.** Дистанция «трабекула-цилиарные отростки» (перпендикуляр от эндотелия роговицы через радужку в 500мкм от склеральной шпоры)



*Рис.26. Угол между склерой и радужкой. Угол между склерой и цилиарными отростками [9].*

## **Анатомия глаза при УБМ**

Основное отличие УБМ от гониоскопии – количественная оценка параметров переднего отрезка глаза. Остановимся на тех из них, которые имеют особо важное значение при УБМ-исследовании.

Глубина передней камеры в среднем составляет  $2,28 \pm 0,08$  мм, при колебаниях от 1,58 до 2,98 мм. Объем передней камеры 140 – 230 мм<sup>3</sup>. Ширина угла передней камеры оценивается в градусах, как и при гониоскопии. Ширина шлеммова канала 300 – 500 мкм, высота – 25 мкм. Толщина хрусталика в среднем составляет  $3,5 \text{ мм} \pm 0,3$  мм, радиус кривизны передней поверхности хрусталика – 10,2 мм. Волокна цинновой связки составляют  $0,4 \pm 0,03$  мм. Толщина радужки составляет  $0,37 \pm 0,02$  мм (у зрачкового края до 0,62мм, у корня радужки – 0,20 мм) [3].

### **Задняя камера**

С помощью УБМ найдено клинически значимое пространство задней камеры глаза. Ранее оно оценивалось как щелевидное пространство между плоской частью цилиарного тела и передней пограничной мембраной стекловидного тела [10]. На ультразвуковой биомикроскопической картине *in vivo* хорошо просматриваются два разделенных между собой отдела задней камеры: презонулярное и орбикулярное пространства. Презонулярное пространство расположено между задней поверхностью радужки, передней порцией цинновой связки и ворсинчатой частью цилиарного тела. Орбикулярное пространство ограничено спереди передней порцией связки, с латеральной стороны – плоской частью цилиарного тела, а сзади и медиально – задней порцией цинновой связки, сращенной с пограничной мембраной стекловидного тела; причем объем орбикулярного пространства по данным УБМ оказался значительно больше, чем считалось ранее, а само орбикулярное пространство – разделенным на два отдела экваториальной порцией цинновых связок [9].

#### **Результаты УБМ переднего сегмента глаза в зависимости от строения задней камеры**

Показатели	Средне-глубокая предкарнизная бухта	Глубокая предкарнизная бухта	Мелкая предкарнизная бухта
1. Глубина передней камеры	2,42±0,09	2,40±0,08	2,28±0,06
2. Толщина корня радужки	0,373±0,008	0,326±0,009	0,392±0,004
3. Дистанция «трабекула-радужка» в 250 мкм от склеральной шпоры	0,140±0,005	0,129±0,004	0,165±0,009
4. Дистанция «трабекула-радужка» в	0,260±0,006	0,198±0,007	0,180±0,008

500 мкм от склеральной шпоры			
5. Дистанция «трабекула-отростки цилиарного тела» в 250 мкм от склеральной шпоры	1,165±0,04	1,27±0,04	0,886±0,008
6. Дистанция «трабекула-отростки цилиарного тела» в 500 мкм от склеральной шпоры	1,355±0,08	1,364±0,08	0,892±0,004
7. Глубина предкарнизной бухты в 250 мкм от склеральной шпоры	0,652±0,009	0,781±0,008	0,325±0,007
8. Глубина предкарнизной бухты в 250 мкм от склеральной шпоры	0,726±0,006	0,80±0,005	0,293±0,009
9. Глубина задней камеры	0,692±0,004	0,714±0,002	0,310±0,009

## УБМ при различных видах рефракции

Все показатели пространств задней камеры глаза (презонулярное и орбикулярное), ширина цилиарной борозды, профиль радужки, величина иридокорнельного угла и состояние короны цилиарного тела у эметропов имеют промежуточные значения по сравнению с гиперметропами и миопами. У лиц с гиперметропической рефракцией часто наблюдается выпуклый профиль радужки, иридокорнеальный угол более узкий ( $18,59 \pm 7,23^\circ$ ), чем у эметропов ( $33,17 \pm 6,48^\circ$ ), имеет тенденцию к уменьшению с увеличением степени гиперметропии. Объем презонулярного пространства у них наименьший, практически полное отсутствие предкарнизной бухты. Ворсинчатая часть короны цилиарного

тела у гиперметропов вплотную прилежит к радужке, выглядит компактной, оформленной, более объемной, эхосигнал от нее более однородный и интенсивный. Часто обнаруживаются кисты цилиарного тела.

У миопов вогнутый профиль радужки, иридокорнеальный угол более широкий ( $49,32 \pm 7,56^\circ$ ). Он увеличивается с возрастанием степени миопии. Все пространства задней камеры по своему объему значительно превосходят аналогичные у эметропов и, особенно, у гиперметропов. Ворсинчатая часть короны цилиарного тела смещена от радужки кзади, выглядит неоформленной по сравнению с гиперметропами и эметропами [9].

### **Цинновы связки**

Условно можно выделить 3 порции цинновых связок – передние, средние и задние. С помощью УБМ впервые подробно обследованы все отделы. Передняя порция условно делится на 3 отдела: от места прикрепления к капсуле хрусталика до ворсин цилиарного тела, часть идущая вплотную с ворсинами и экранируемая ими и от промежуточного места прикрепления на цилиарном теле до зубчатой линии – места прикрепления всех волокон цинновой связки. Было обнаружено, что средняя порция цинновых связок имеет более сложное строение и включает в себя 3 разновидности хода волокон: прямые преэкваториальные, угловые преэкваториальные и экваториальные. Задняя порция имеет наиболее простое строение и простой прямолинейный ход от капсулы хрусталика до зубчатой линии [10].

Метод УБМ позволяет оценить степень тонического напряжения связочного аппарата хрусталика, что играет роль при рефракционных операциях. В условиях покоя аккомодационный аппарат занимает промежуточное состояние. При циклоспазме радиус кривизны передней поверхности хрусталика уменьшается, глубина передней камеры

уменьшается, толщина хрусталика увеличивается, при циклоплегии – наоборот [9].

### Средние значения

	Циклоспазм	Состояние покоя	Циклоплегия
Радиус кривизны хрусталика, мм	8,12±1,12	10,24±0,85	11,83±0,76
Толщина хрусталика, мм	4,33±0,17	3,63±0,12	3,47±0,1
Глубина передней камеры, мм	2,759±0,23	2,912±0,45	3,125±0,39
Толщина зрачковой части радужки, мм	0,542±0,023	0,535±0,037	0,551±0,019
Толщина увеальной части радужки, мм	0,205±0,012	0,363±0,075	0,427±0,038
Угол передней камеры, в градусах	28,1±3,7°	32,2±5,5°	38,4±4,3°

## УБМ при некоторых патологических состояниях

### Катаракта

УБМ дает возможность измерить толщину хрусталика, глубину задней камеры, наличие псевдоэкзофолиативного синдрома (что проявляется лизисом цинновых связок). Полученные данные необходимы для выбора тактики оперативного вмешательства, прогнозирования результатов и возможных осложнений. Кроме того в послеоперационном периоде именно УБМ дает возможность определения положения ИОЛ, ее центрации.

В норме толщина хрусталика составляет 3,5±0,3мм. При гидратации, набухании катарактальных хрусталиковых волокон толщина его может превышать 6,0мм и даже достигает 8,43мм. Gernet H., JurgensV. (1965)

впервые отметили, что толщина хрусталика у больных глаукомой выше толщины хрусталика в нормальных глазах – 5,2мм против 4,6мм. Эта закономерность была подтверждена и другими авторами. Но это касается в основном больных с закрытоугольной глаукомы. При открытоугольной глаукоме подобной закономерности не выявлено [3].

### **Псевдоэксфолиативный синдром**

Характерные биомикроскопические симптомы ПЭС знакомы каждому офтальмологу и проявляются в виде сероватых наложений различной плотности по зрачковому краю радужки. При мидриазе просматривается сероватый диск на передней капсуле хрусталика с бахромчатым краем, который соответствует диаметру зрачка при миозе. От диска к периферии передняя капсула выглядит покрытой полупрозрачной сероватой пленкой. По мере прогрессирования заболевания отмечается выраженная дистрофия радужки с выщелачиванием пигмента по зрачковому краю, появление рыхлых отложений на эндотелии роговицы, в углу передней камеры. ПЭС является закономерным спутником катаракты, независимо от ее этиологии. Катарактальные помутнения при ПЭС сопровождаются несостоятельностью его связочного аппарата с биомикроскопическими симптомами иридофакодонеа [8].

Характерная для синдрома несостоятельность связочного аппарата хрусталика является причиной разрыва капсулы, выпадения стекловидного тела при хирургии катаракты [7].

И, тем не менее, диагностика ПЭС на доклинических и ранних клинических стадиях сложна. УБМ позволяет на качественном более высоком уровне с микронной точностью не только визуализировать структуры переднего сегмента глаза в пространственном взаимодействии друг с другом, но и дать им четкие цифровые выражения. Симптомы псевдоэксфолиативного синдрома обнаруживаются по УБМ в 87,2%

случаев при обследовании пациентов в возрастных группах старше 40 лет, в то время как при биомикроскопии лишь в 53% глаз. Клинические симптомы несостоятельности связочного аппарата хрусталика диагностируются в 11,7% случаев, а по данным УБМ – истончение, лизис волокон выявляются в 40% случаев.

Представленная симптоматика ПЭС при ультразвуковом исследовании отражает стадийность патологического процесса. Каждой из стадий присущи качественные изменения [9].

I стадия характеризует начальные проявления псевдоэкзофолиативного синдрома по УБМ, при которой визуализируются точечные включения слабой акустической плотности на структурах переднего сегмента глаза.

II стадия отражает появление начальных изменений связочного аппарата хрусталика, которые проявляются разницей в длине волокон цинновой связки в различных сегментах, их истончением, растяжением, а местами – утолщением, склеиванием волокон. Данная симптоматика была отмечена и другими авторами как ранний признак несостоятельности связочного аппарата хрусталика.

При III стадии ПЭС на фоне большей интенсивности и акустической плотности включений визуализируется лизис отдельных волокон цинновой связки. Разрыв волокон проявляется характерным признаком – появлением сферофакии в зоне дефекта. Найден объективный признак УБМ диагностики: увеличение экваториального угла между радужкой и передней капсулой хрусталика, который существенно отличался от нормы и был увеличен на 10–15 градусов по сравнению с противоположным сегментом – вне зоны лизиса волокон.

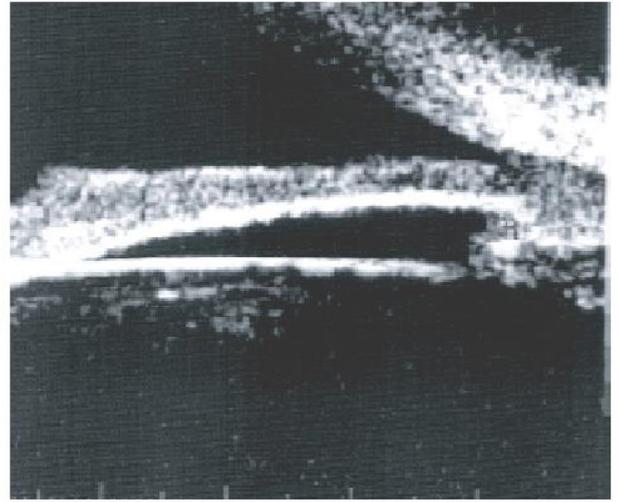
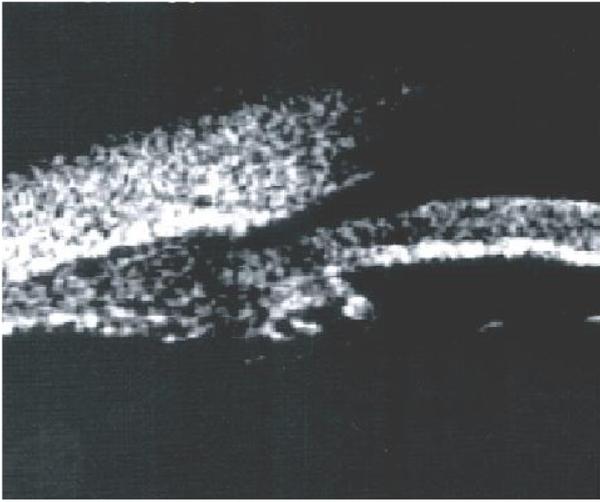
IV стадия характеризовалась нарушением пространственных соотношений структур переднего сегмента глаза. Эти нарушения проявлялись выраженной асимметрией цифровых значений исследуемых параметров: толщины цилиарного тела, радужки, задней камеры, угла

передней камеры. Наиболее наглядно изменения проявлялись на глаукомных глазах у гиперметропов, которым свойственны ограничения пространственных соотношений структур переднего сегмента глаза. Выявлялось сокращение угла передней камеры вплоть до его закрытия, уменьшение дистанции «трабекула–радужка» в зоне лизиса волокон цинновой связки. При этом цилиарные отростки, ротированные кпереди, подпирали корень радужки, создавая предпосылки для возникновения ангулярного и цилиохрусталиковых блоков [10].

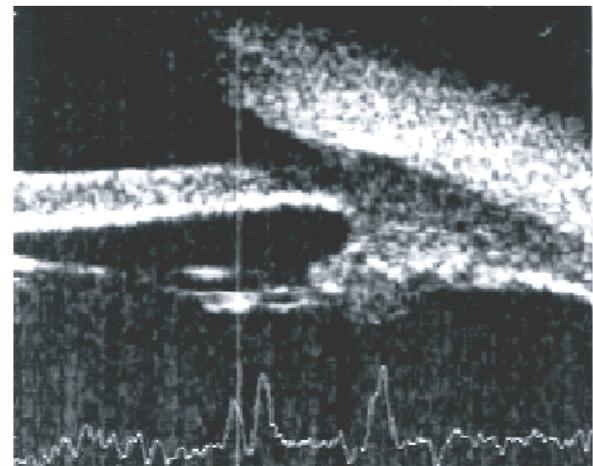
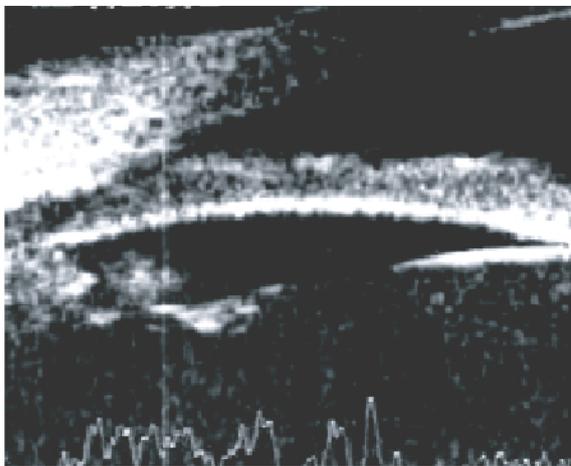
Повышенная имбибиция структур переднего сегмента глаза (включая трабекулярный аппарат) эксфолиациями, механическая блокада угла передней камеры вследствие нарушения пространственных соотношений переднего сегмента глаза могут расцениваться, как один из ведущих патогенетических механизмов глаукомы при ПЭС, объясняя ее неблагоприятное течение и меньшую результативность при медикаментозном и хирургическом лечении.

Начиная со II стадии ПЭС, следует выполнять факоемульсификацию катаракты на щадящих режимах: снижение ирригации, уменьшение вакуума до 100 – 200мм, использование пульсового режима работы ультразвукового наконечника с частотой 8 – 10Гц и мощностью до 30 – 40%. В случае недостаточного мидриаза рекомендовано применение ирис-ретракторов. Во всех случаях необходимо использование внутрикапсульного кольца.

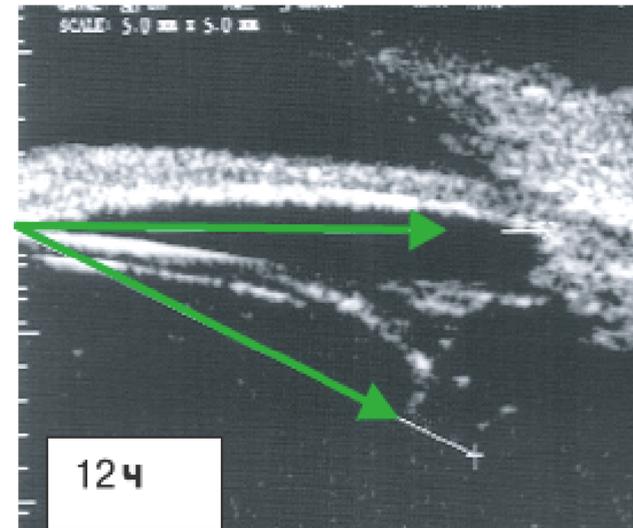
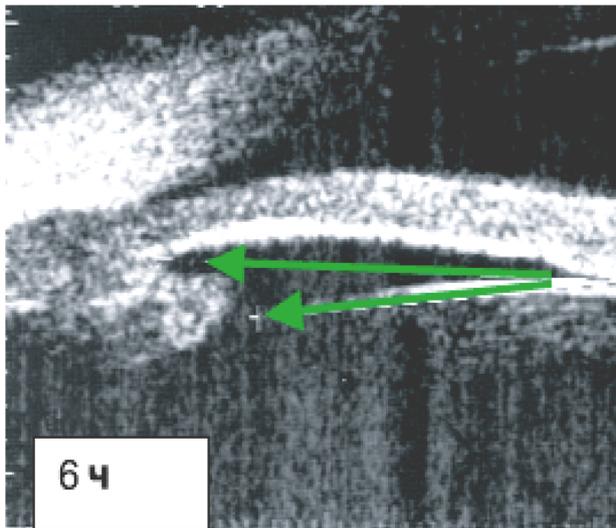
Своевременная диагностика нарушения связочного аппарата хрусталика, протяженности разрыва волокон цинновой связки позволяет свести к минимуму осложнения и осуществить планируемую интраокулярную коррекцию. Диагностика состояния волокон цинновой связки по данным УБМ определяет выбор метода хирургии катаракты и особенности техники проведения факоемульсификации.



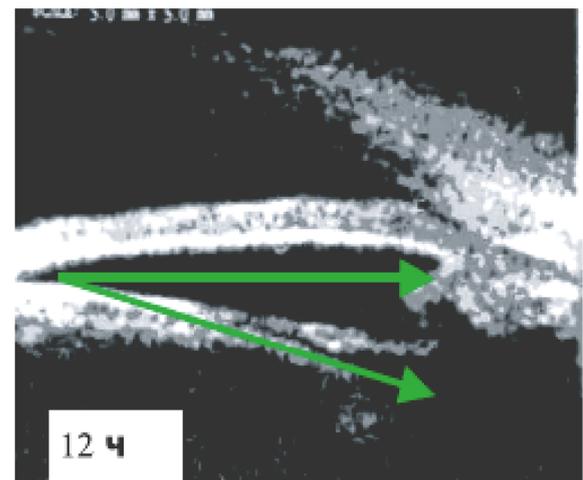
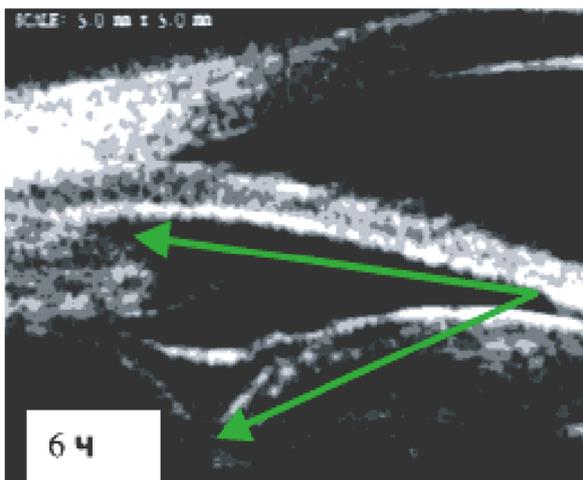
**Рис.27.** УБМ картина при ПЭС Iст. Зернистые включения в радужке, в цилиарных отростках, цилиарном теле, в задней камере.



**Рис.28.** УБМ-изображение, ПЭС IIст. Множественные включения на радужке, в цилиарном теле, на капсуле хрусталика и других структурах. Волокна цинновой связки растянуты, местами утолщены и отличаются по протяженности от противоположного сегмента.



**Рис.29.** УБМ-изображение, ПЭС IIIст. Множественные зернистые включения на структурах переднего сегмента глаза. В сегменте 6 часов экваториальный угол не изменен, в противоположном сегменте (12ч) – разрыв волокон цинновой связки с формированием сферофакии и увеличением экваториального угла.



**Рис.30.** УБМ-изображение, ПЭС IVст. Формирование сферофакии в зонах разрыва волокон цинновой связки с увеличением экваториального угла, асимметрия в параметрах угла передней камеры, глубины задней камеры, толщины цилиарного тела, в сегментах разрыва волокон по сравнению с противоположным сегментом.

## Опухоли переднего отрезка глаза

Эпibuльбарные опухоли чаще всего не имеют тенденции к инвазивному росту, а эписклера и боуменова мембрана роговицы являются естественными преградами для инвазии опухолевых клеток. Однако возможность прорастания опухоли в подлежащие ткани, в том числе через все оболочки, существует. От наличия (или отсутствия) инвазии ее глубины зависит выбор оптимального метода лечения, объем дальнейшего хирургического вмешательства [1,2].

При имеющемся на поверхности глазного яблока объемном образовании визуализируется утолщение ультразвукового среза конъюнктивы, соответствующее опухоли, с возможными включениями - кистами, полостями и т.д. При локализации опухоли только в пределах конъюнктивы между ультразвуковым срезом опухоли и подлежащей склерой, как правило, можно проследить более темную узкую полосу, а также интактную эписклеральную поверхность, что свидетельствует о неинвазивном характере роста эпibuльбарной опухоли.

При локализации новообразования на роговице в пределах эпителия на эхограмме определяется целостная боуменова мембрана и неизменный срез стромы роговицы.

При инвазии новообразования в подлежащую склеру щелевидная граница между ними на сонограмме не определяется, нарушается целостность эписклеральной поверхности, определяется "сращение" ткани опухоли и склеры с нарушением нормальной структуры склеры под новообразованием на различную величину в зависимости от глубины инвазии опухоли.

При распространении эпикорнеального новообразования в строму роговицы при УБМ отмечается нарушение целостности боуменовой мембраны, а также нарушение нормальной структуры стромы роговицы на ту или иную глубину, изменение ее общей толщины.

Сквозное прорастание или внедрение эпibuльбарного новообразования через фиброзную оболочку глаза встречается крайне редко [9].

### **Значение УБМ в оценке состояния глаз после травмы**

Клиническое выявление скрытых инородных тел после травмы глаза может быть затруднено из-за их небольших размеров, нарушения прозрачности оптических сред, отсутствия хорошего контакта с пациентом или сложного расположения инородного тела. Ультразвуковая биомикроскопия является ценным дополнительным методом диагностики при подозрении на инородное тело в случае стабильного состояния глазного яблока, в особенности, когда речь идет о небольших ранениях неметаллическими предметами [9].

### **Глаукома**

Картина открытоугольной глаукомы при УБМ не является основополагающей для постановки диагноза. Она может лишь дополнить отдельные моменты, необходимые для диагностики (угол передней камеры, глубина передней камеры). При закрытоугольной глаукоме можно проследить не только параметры переднего сегмента глаза, говорящие в пользу этого диагноза, но и увидеть причину закрытия угла, уровень блока и его характер.

### **Зрачковый блок:**

#### **1. Функциональный (относительный)**

На картине, полученной путем УБМ, относительный зрачковый блок характеризуется мелкой передней камерой, выпуклым профилем радужки, малым иридокорнеальным углом, глубокой объемной задней камерой и широкой цилиарной бороздой, то есть отдаленным расположением вершины венечной части цилиарного тела от корня радужки. Иридокорнеальный контакт по протяженности может варьировать в

широких пределах и доходить до парацентральной зоны роговицы. Иридохрусталиковый контакт наблюдается только в области зрачка, имеет малую протяженность [8].

УБМ-идентификация характера блокады УПК проводится с помощью корнеокомпрессионной пробы (подобно гониоскопической), то есть после установки ванночки малого диаметра на глаз производится легкое надавливание на роговицу в противоположном секторе обследуемой зоны. В случае функциональной блокады угол приоткрывается до склеральной шпоры. Если блокада органическая, то склеральная шпора остается прикрытой прикорневой частью радужки. Это исследование играет важную роль в выборе тактики лечения при закрытоугольной и узкоугольной глаукоме. В подавляющем большинстве случаев с функциональным зрачковым блоком оценка состояния переднего отрезка, выбор тактики лечения и послеоперационный контроль могут быть произведены рутинными методами (биомикроскопия, гониоскопия). Однако роль УБМ значительно возрастает в случаях помутнения роговицы, рубцов роговицы и отека эпителия, когда для комплексной оценки биомикроскопии и гониоскопии не достаточно. Поэтому для группы пациентов с функциональным зрачковым блоком УБМ чаще выступает как дополнительный метод [9].

## **2. Зрачковый блок, осложненный органическим блоком УПК**

На картине переднего отрезка, полученной с помощью УБМ, из отличий от функционального зрачкового блока отмечается иридокорнеальный контакт, который присутствует при проведении УБМ-корнеокомпрессионной пробы

В группе пациентов со зрачковым блоком, осложненным органической блокадой УПК, значение УБМ бесспорно. Особенно важна информация о состоянии иридоцилиарной зоны перед проведением оперативного вмешательства, так как на основании данных УБМ определяется локализация будущей фистулы, по состоянию задней

камеры, цилиарного тела и цилиарной борозды прогнозируется объем вмешательства. В послеоперационном периоде с помощью УБМ может осуществляться контроль фильтрующей зоны, что необходимо при выборе тактики в случаях рецидива повышения ВГД в различные сроки после операции. Оценка состояния хирургически сформированного пути является решающей в выборе реконструктивного вмешательства в зоне сделанной операции или выполнения повторной антиглаукомной операции в новой зоне.

### **3. Абсолютный**

Абсолютный зрачковый блок отличает плотный иридохрусталиковый контакт в области зрачка. Акустическая картина анатомо-топографических соотношений структур переднего отрезка может быть различной и зависит от того, в какой зоне производится сканирование. В зоне, где профиль радужки максимально выпуклый, отмечается глубокая объемная задняя камера с большой протяженностью иридокорнеального контакта [3]. Если сканирование производится в области распространения задних плоскостных синехий, то радужка может иметь обратный профиль с обширным хрусталиковым контактом, в этих участках задняя камера - мелкая, а цилиарная борозда – узкая. В случаях абсолютного зрачкового блока, помимо вышеописанной информации при относительном блоке, УБМ позволяет перед реконструктивными вмешательствами прогнозировать особенности и объем хирургического вмешательства. Соответственно, перед операцией проводится подготовка, обеспечивающая профилактику интра- и ранних послеоперационных осложнений. В случаях проведения фистулизирующих операций УБМ также помогает определить оптимальную зону выполнения операции [9].

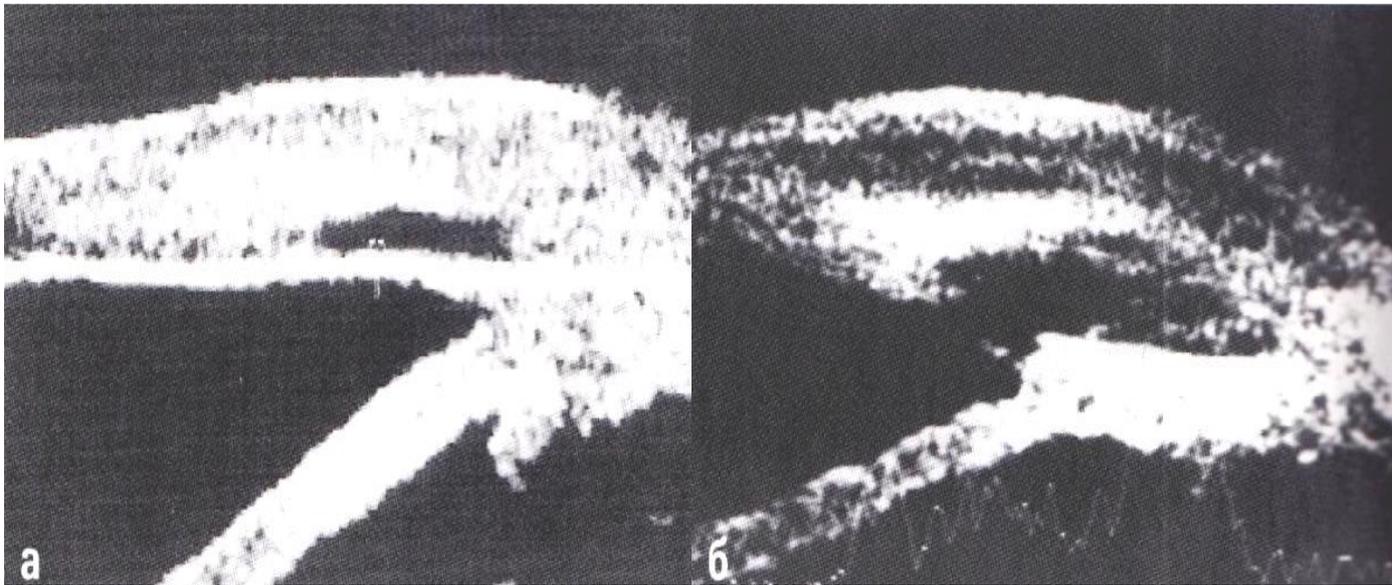
При злокачественной глаукоме с циклохрусталиковым блоком, особенно на артефактичных глазах, установлено скопление жидкости в орбикулярном отделе задней камеры глаза, а не в полости стекловидного тела или ретровитреально, как считалось ранее [8].

## Использование УБМ в оценке эффективности антиглаукоматозных операций.

Отдельное место УБМ заняло в оценке эффективности антиглаукоматозных операций. В настоящее время непроникающая глубокая склерэктомия – наиболее распространенный метод лечения первичной открытоугольной глаукомы. Операция, разработанная в 1989г В. И. Козловым, зарекомендовала себя в качестве безопасной и высокоэффективной при невозможности нормализации внутриглазного давления консервативным путем.

Однако оценить состояние недоступных прямому обзору внутриглазных структур дренажного пути посредством традиционных методов исследования не представляется возможным. УБМ позволяет оценить структуры, ответственные за дренажные функции в ранние и отдаленные сроки после операции. К ним отнесены:

1. Экстрасклеральная зона операции, представленная фильтрационной подушкой.
2. Интрасклеральная зона операции, представленная склеральным лоскутом и интрасклеральной полостью.
3. Внутренняя зона операции, к которой отнесены трабекуло-десцеметова мембрана, угол передней камеры и прикорневая зона радужки [9].



**Рис.31.** 4 мес. а). После НГСЭ, ПОУГ 2ст, ВГД 29мм рт.ст. б). Тот же больной после лазерной ДГП. ВГД – 17 мм РТ. Ст.

Определяются морфологические составляющие каждой структуры при УБМ-исследовании, включая значение параметров по высоте, площади, объему, биологической плотности структуры, регистрируемой по шкале акустической плотности относительно интактной склеры исследуемого глаза.

Срок до 1 месяца после операции характеризуется появлением гипоэхогенного содержимого в субконъюнктивальной зоне операции и включений низкой акустической плотности в интрасклеральной полости, отражающим реактивный воспалительный тканевой ответ. Для раннего периода не исключается втянутость трабекуло-десцеметовой мембраны в зону операции, что обусловлено реактивным отеком цилиарного тела и выраженностью декомпрессионного эффекта. В ранние сроки после операции (первый месяц) на снимках четко различается склеральный лоскут, фильтрационная подушка (высота ее в среднем  $0,98 \pm 0,03$  мм), тенонова оболочка.

Сроки 1 – 3 месяца после операции характеризуются отсутствием свежих включений в субконъюнктивальной и интрасклеральной зонах и снижение акустической плотности присутствующих включений, что означает купирование послеоперационной воспалительной реакции, увеличивается объем декомпрессионных полостей, восстанавливается прямой профиль трабекуло-десцеметовой мембраны. Начинают формироваться гипозоногенные тоннели. В эти сроки после операции наблюдается достоверное увеличение высоты и объема фильтрационной подушки и большой диапазон колебаний ее высоты, в среднем – 1,27мм, толщина склерального лоскута также немного увеличивается.

В 3 – 6 месяцев – относительная стабилизация состояния структур дренажного пути. Намечается тенденция к уменьшению визуализируемых полостей. Сохранялась высота фильтрационной подушки 1,15мм. В эти сроки в подавляющем большинстве случаев полость в фильтрационной подушке не визуализируется. Толщина склерального лоскута не меняется. На всех глазах сохраняется четко визуализируемый гипозоногенный тоннель, выходящий из-под дистального края лоскута.

Через 6 – 12 месяцев увеличивается акустическая плотность отдельных включений в полостях и структурах дренажного пути без увеличения объема полостей, видимых изменений в высоте фильтрационной подушки не наблюдается, Толщина склерального лоскута немного уменьшается по сравнению с ранними периодами. В эти сроки необходимо отметить тенденцию к сужению тоннелей с одновременным увеличением в них количества гипозоногенных включений.

В течение 1 – 10 лет после операции все исследуемые по УБМ параметры достоверно меньше по сравнению с ранними сроками [9].

Характерные акустические симптомы, присущие декомпенсации офтальмотонуса, — исчезновение фильтрационной подушки (ФП), возрастание акустической плотности и толщины склерального лоскута;

исчезновение гипохогенного тоннеля, соединяющего интрасклеральную полость (ИСП) с ФП, большое количество гипохогенных включений; уменьшение размеров ИСП, увеличение толщины и акустической плотности трабекулосцементовой мембраны, блокада угла передней камеры прикорневой зоной радужки.

Неинвазивность, неограниченность повторных исследований, безопасность, низкая затратность по времени и высокая информативность получаемых результатов обеспечили УБМ неоспоримые преимущества перед общепринятыми клинико-функциональными методами исследования больных после проведенных операций по поводу глаукомы.

### **Достоинства и недостатки ультразвуковой биомикроскопии.**

1. При УБМ мы получаем не только качественную картину состояния переднего отдела глаза, но и возможность количественной оценки отдельных показателей, сравнить полученные данные с данными парного глаза или со статистическими данными.
2. Прижизненная визуализация отделов, недоступных осмотру обычными методами (цилиарное тело, задняя камера, цинновы связки, положение ИОЛ), а также осмотр структур переднего отдела глаза при непрозрачных средах (помутнение, отек роговицы, катаракта)
3. Морфометрическая шкала обеспечивает возможность получать математические значения параметров и изучать специфику прижизненной топографии взаимоотношений структур переднего сегмента глаза. Диагностические возможности УБМ позволяют с микронной точностью определить параметры структур переднего сегмента глаза и их пространственные отношения как в норме, так и при различных патологических состояниях, осуществлять динамический визуальный и количественный контроль в режиме реального времени с возможностью воспроизведения, редактирования и архивирования.

В то время как УБМ обладает рядом полезных биометрических и других функций, у этой методики имеются свои недостатки. Она не может быть использована для определения расстояния между противоположащими углами передней камеры или диаметра бороздки цилиарного тела, также она не позволяет изучать ядро и заднюю часть хрусталика или выдавать информацию о толщине роговицы по всей ее поверхности.

## Список литературы

1. Астахов Ю. С. Гониоскопия / Астахов Ю. С., Даль Н. Ю., СПб., 2018. – 59 с.
2. Атлас по гониоскопии / У. Л. М. Олвэрд, Р. А. Лонгмуа ; пер. Н. Е. Морозова ; ред. Т. В. Соколовская. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 118 с.
3. Дуглас Дж. Ри. Глаукома, М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 468 с.
4. Гониоскопическая картина угла передней камеры и методика его исследования : учебно-методическое пособие для слушателей факультетов усоверш. / О. А. Джалиашвили. - Л. : Изд-во ВМОЛА им. С. М. Кирова, 1964. - 22 с.
5. Ультразвуковая биомикроскопия в выборе хирургического лечения больных глаукомой : дисс. ... канд. мед. наук / Нестерова Е. Е. - Красноярск, 2010. - 85 с.
6. Глаукома / А. П. Нестеров. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Медицинское информационное агентство, 2008. - 360 с.
7. Глаукома открытоугольная : монография / В. В. Волков. - М. : Мед. информ. агентство, 2008. - 348 с.
8. Лазерное лечение глаукомы : учебное пособие / Л. И. Балашевич, М. В. Гацу, А. С. Измайлов, А. Б. Качанов ; Последипломное медицинское образование. - СПб. : Издательский дом СПбМАПО, 2004. - 55 с.
9. Глаукома : национальное руководство / В. Н. Алексеев, Ж. Ю. Алябьева, А. Н. Амиров [и др.] ; ред. Е. А. Егоров ; Российское глаукомное общество. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 818 с.
10. Клиническая офтальмология: систематизированный подход : Пер. с англ. / Д. Кански ; ред. В. П. Еричев. - М. : Логосфера, 2010. Глава 13: Глаукома / Д. Кански. - 2010, 2010. - 104 с.
11. Тахчиди Х.П. Ультразвуковая биомикроскопия в диагностике патологии переднего сегмента глаза / Тахчиди Х.П., Егорова Э.В., Узунян Д. // — М. : Микрохирургия глаза, 2007. — 126 с.