



# Лазерные методы лечения глаукомы

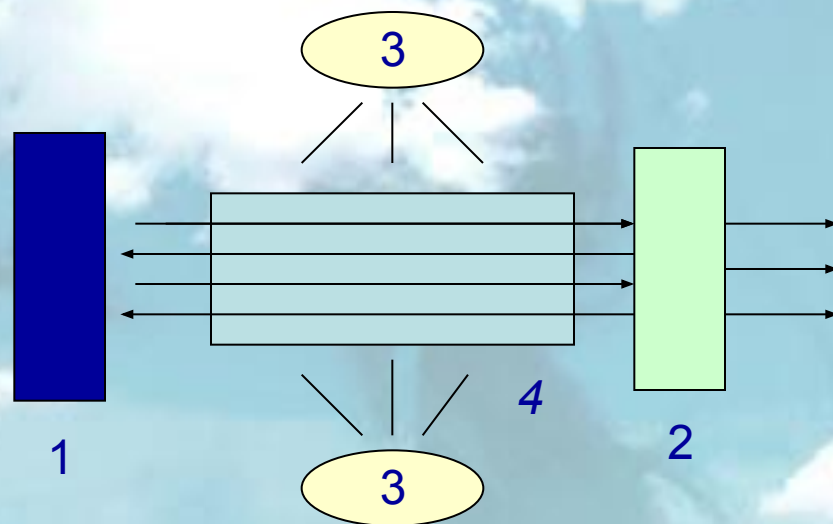
Профессор М.А.Фролов

- Глаукома была и остается одной из актуальнейших проблем офтальмологии.
- Процент слепоты и слабовидения в результате глаукомы остается стабильным и не имеет тенденции к снижению.
- Проблема эффективного лечения этого заболевания остается одной из наиболее важных и сложных в современной офтальмологии.
- В настоящее время лазерные вмешательства при глаукоме являются одним из основных методов лечения наряду с медикаментозными и хирургическими.

## Свойства лазерного излучения:

- монохроматичность,
- малая расходимость,
- возможность сфокусировать излучение в объем, размеры которого могут достигать значений длины волны,
- высокие энергетические параметры (мощность, энергия в импульсе).

## Принципиальная схема лазера:



- 1 — непрозрачное зеркало-резонатор;  
2 — полупрозрачное зеркало;  
3 — лампы накачки;  
4 — активный элемент.

# Параметры лазерного излучения

## **1.длина волны:**

- УФ (эксимерный лазер)
- ИК (диодный, неодимовый, гольмиевый...)
- работающие в видимом диапазоне (аргоновый)

## **2.временной режим:**

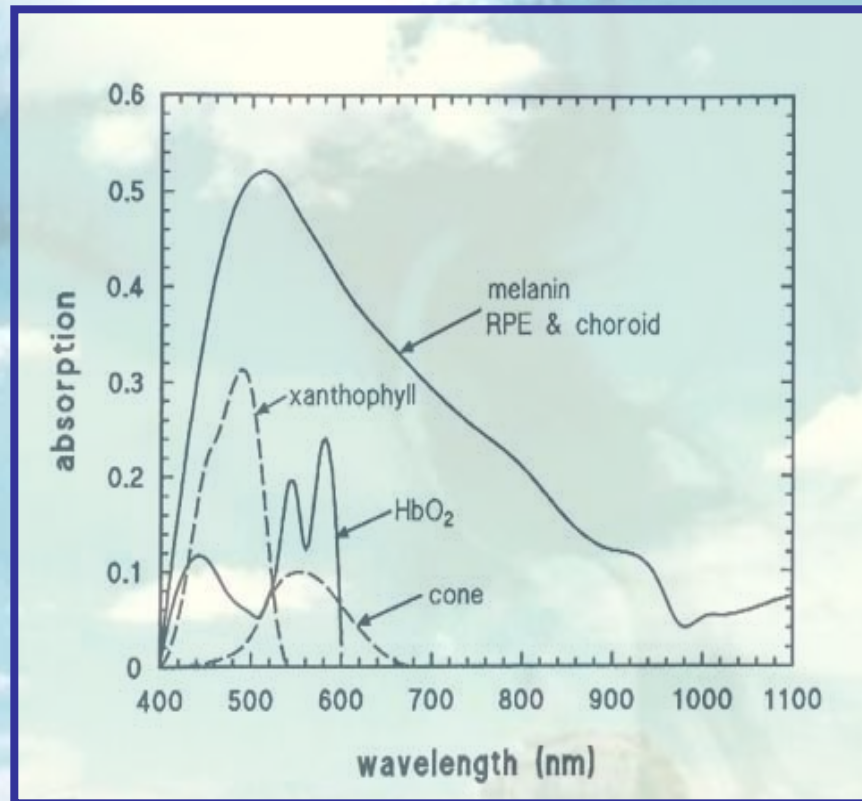
- импульсные (большинство твердотельных лазеров) – возможно регулировать только энергию в импульсе
- непрерывного излучения (аргоновый, криптоновый, гелий-неоновый) – изменение мощности и длительности воздействия

## **3.энергетические параметры**

- мощность лазеров непрерывного излучения измеряется в ваттах, в офтальмологии исп. лазеры до 3 Вт
- энергетическая эффективность импульсного лазерного излучения измеряется в Дж, в офтальмологии 1-8 мДж

# Основные типы лазеров, используемых в офтальмологии

- **Excimer laser** – УФ-спектр 194 нм, поглощается роговицей, используется для фотоабляции
- **Argon blue green** – видимый спектр 488 нм, непрерывное излучение, значительная продолжительность действия которого (0,01 сек и более) обуславливает преимущественно термический, коагулирующий эффект, фотокоагуляция переднего отрезка глаза.
- **Argon green** – видимый спектр 514 нм, фотокоагуляция глазного дна
- **Krypton red** (647 нм), **yellow** (568 нм), **green** (531 нм) - видимый спектр, низкое поглощение красного спектра ксантофилами ML, в связи с чем используется для юстафовеолярной фотокоагуляции
- **Nd:YAG** - инфракрасный 1064 нм, импульсный с очень короткой продолжительностью каждого пульсового удара (нано- и пикосекунды).
- **Holmium:YAG** - инфракрасный 2100 нм
- **Полупроводниковые** (диодные) 810 нм



Спектры поглощения

# Основные направления использования лазеров в офтальмологии:

лазеркоагуляция

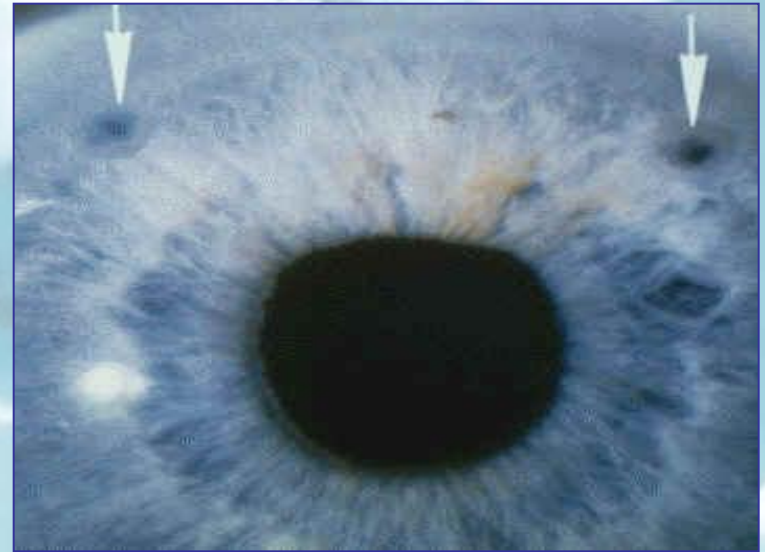
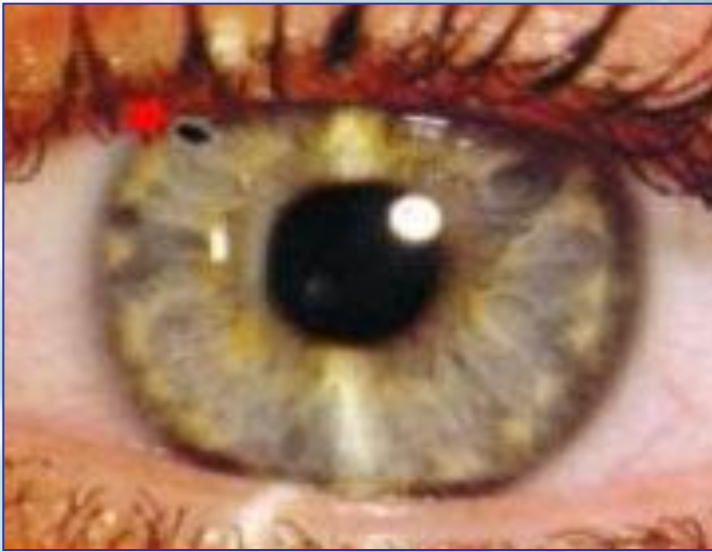
фотоиспарение и  
фотоинцизия

Фотодеструкция  
(фотодисцизия)

фотоабляция

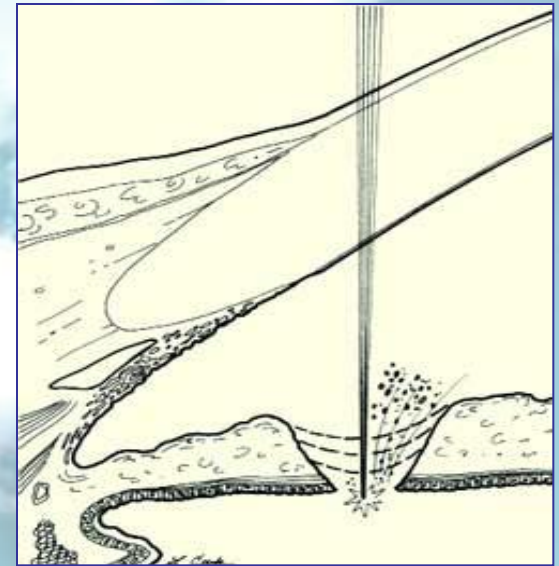
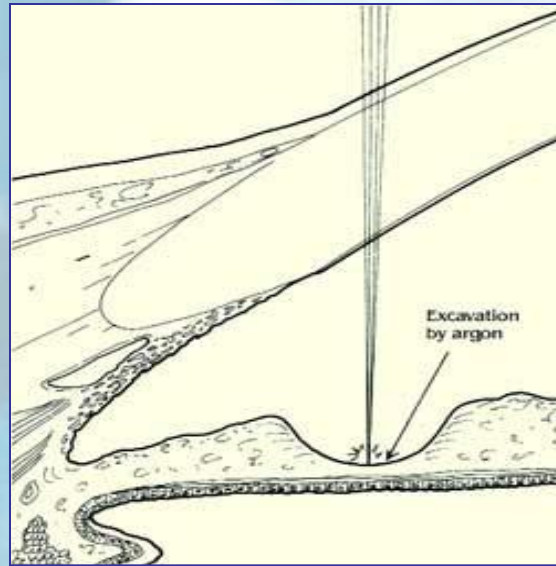
лазерстимуляция

# Периферическая иридотомия



## ***Показания:***

- Первичная и вторичная ЗУГ
- ОУГ с узким углом передней камеры
- Парный глаз при ЗУГ с профилактической целью
- Дополнительное вмешательство после внутриглазных операций при неполной эксцизии радужки или закрытии колобомы пигментом и спайками



- Для иридотомии используется линза Абрахама
- Nd:YAG лазер, 1064 нм., энергия 5-10 мДж, мощность зависит от толщины радужки и размера лазерных аппликаций
- Радужка рассекается у корня за 1-3 аппликации
- Темные и толстые радужки обычно требуют большей энергии и большего числа аппликаций
- Если радужка очень толстая или возможно кровотечение, для предварительной обработки радужки можно применять аргоновый лазер. Цель - добиться сокращения стромы и формирования углубления. Затем ИАГ- лазером завершают перфорацию.

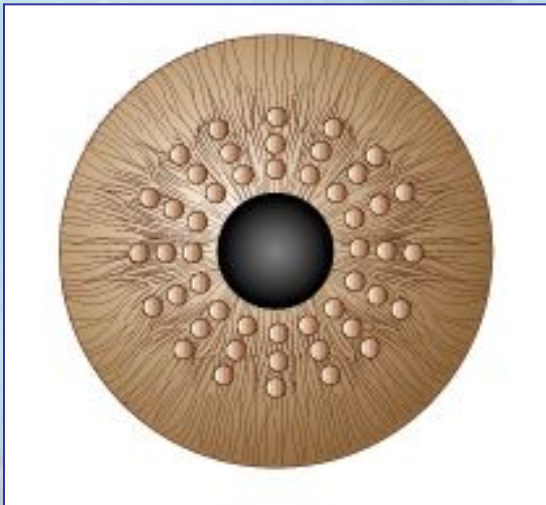
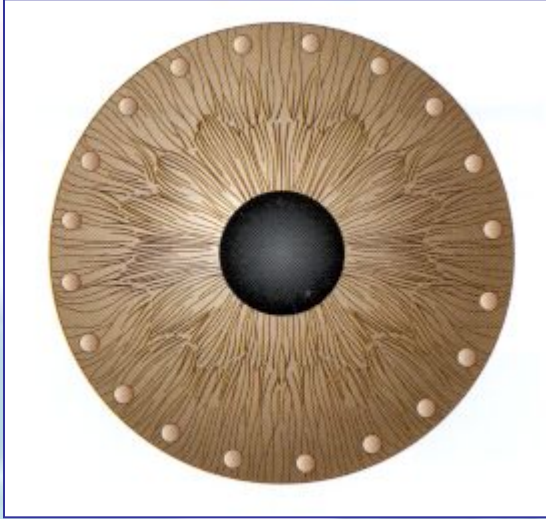


# Лазерная иридопластика (гониопластика)

В области корня радужки наносятся аргон-лазерные коагуляты (от 4 до 10 в каждом квадранте) с исходом в рубец, что приводит к сморщиванию и тракции радужной оболочки, освобождению трабекулярной зоны и расширению профиля угла передней камеры

## *Показания:*

- ЗУГ в случае, когда иридотомия невозможна или неэффективна
- ОУГ с узким углом как предварительный этап для последующей трабекулопластики
- Также этот метод используется для создания мидриаза при избыточном миозе (лазерный фотомидриаз). При этом коагуляты наносятся в зрачковой части радужки.



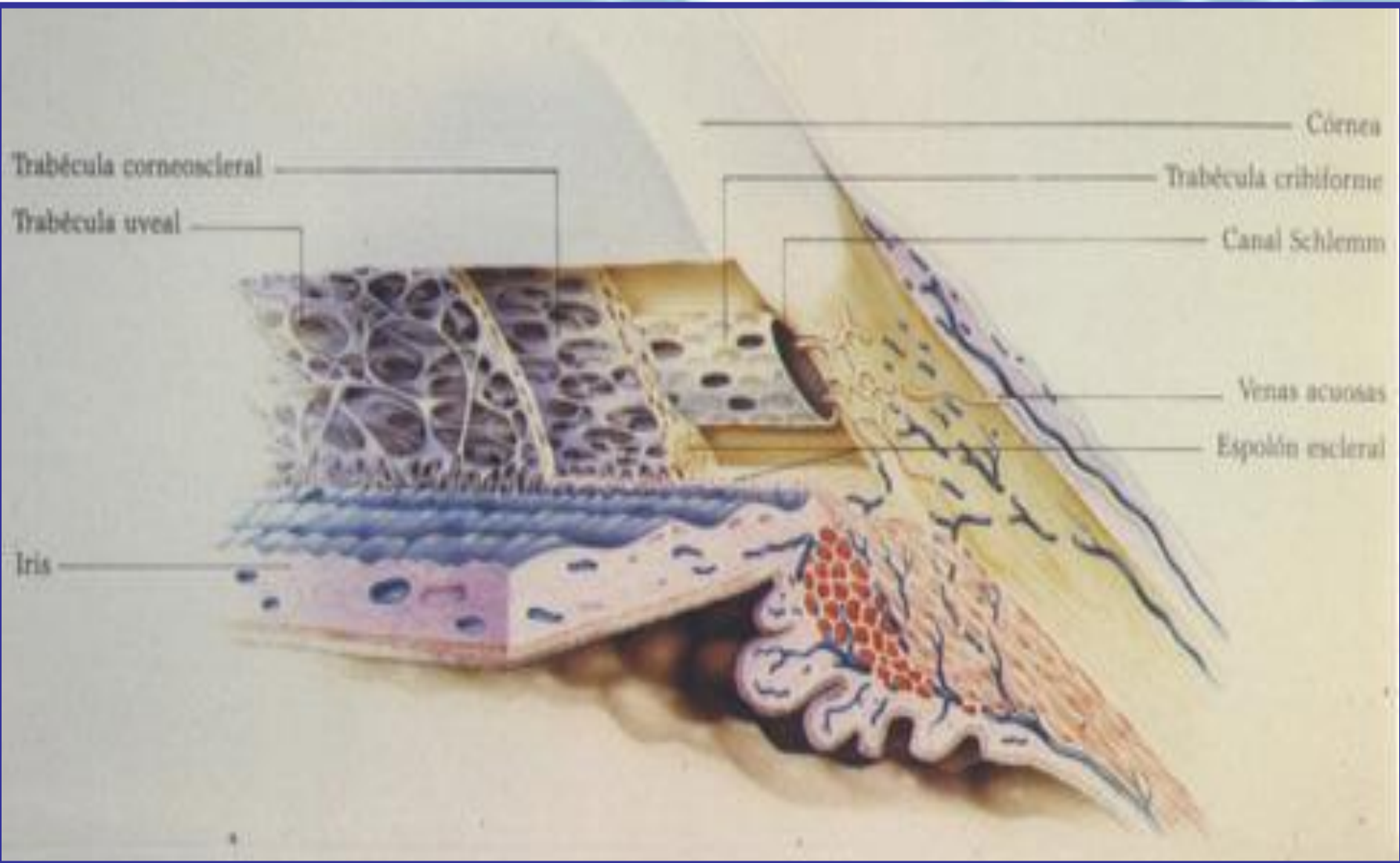
# Гониопунктура



- Первые лазерные операции на трабекуле были проведены в 1972 году М.М. Красновым и в 1973 году Worthen и Wickham.
- На трабекулу с помощью Nd:YAG лазера наносят 20–25 аппликаций мощностью 10 мДж/импульс с рассечением трабекулы и передней стенки шлеммова канала
- Это приводит к прямому сообщению между передней камерой глаза и шлеммовым каналом
- Отмечен стойкий гипотензивный эффект – наблюдалась нормализация ВГД у 75% больных в течение года после операции.
- Лазерная гониопунктура используется как самостоятельная операция и в сочетании с лазерной трабекулопластикой. В литературе отмечается их эффективность при ПОУГ I-II стадий

# Ранняя YAG-лазерная десцеметогониопунктура в лечении офтальмогипертензии после непроникающей глубокой склерэктомии.

- Одной из причин повышения ВГД после непроникающей глубокой склерэктомии может быть чрезмерная пигментация десцеметовой мембраны и снижение ее фильтрационной способности.
- Для увеличения гипотензивного эффекта НГСЭ предложена лазерная десцеметогониопунктура
- В области операции НГСЭ соответственно проекции послеоперационной интрасклеральной полости кпереди от переднего пограничного кольца Швальбе производится 3-5 микроперфораций десцеметовой мембраны.
- Ряд авторов отмечают, что рубцевание десцеметовой оболочки и роговицы менее выражено, чем склеральной ткани, поэтому гипотензивный эффект перфорации десцеметовой мембраны более стойкий
- Лазерная десцеметогонтопунктура переводит НГСЭ в операцию проникающего типа, при этом ВГД снижается поэтапно, и не происходит опорожнения передней камеры, что предотвращает послеоперационную гипотонию, отслойку сосудистой оболочки, быстрое прогрессирование катаракты
- Применение YAG-лазерной десцеметогониопунктуры в раннем послеоперационном периоде приводит к усилению оттока жидкости и формированию адекватной фильтрационной подушечки, что может являться фактором, замедляющим рубцовые процессы в зоне операции



Trabécula corneoscleral  
Trabécula uveal

Iris

Córnea

Trabécula cribiforme

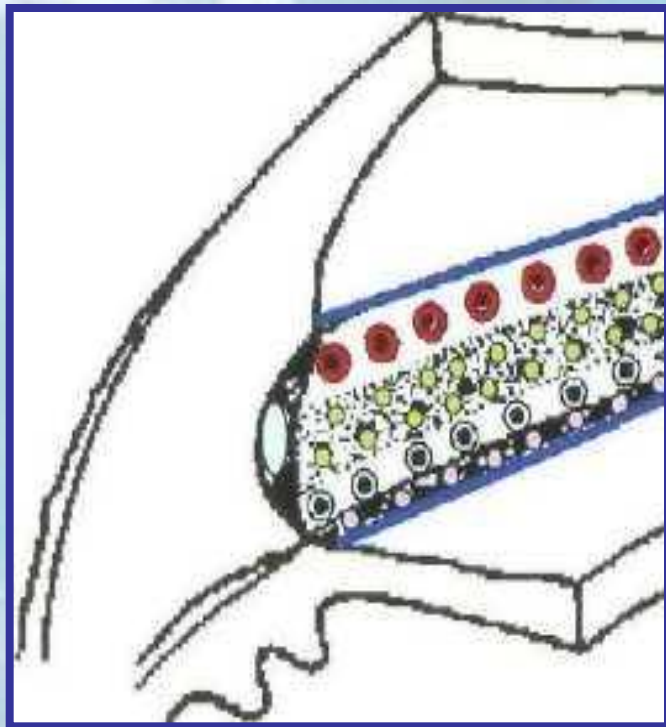
Canal Schlemm

Venas acuosas

Espolón escleral

# Лазерная трабекулопластика

- Метод предполагает нанесение точечных ожоговых аппликаций на некотором по протяженности кольцевом участке трабекулы. Возможны следующие варианты:



*Передний трабекулоспазис*

*Передняя трабекулопластика*

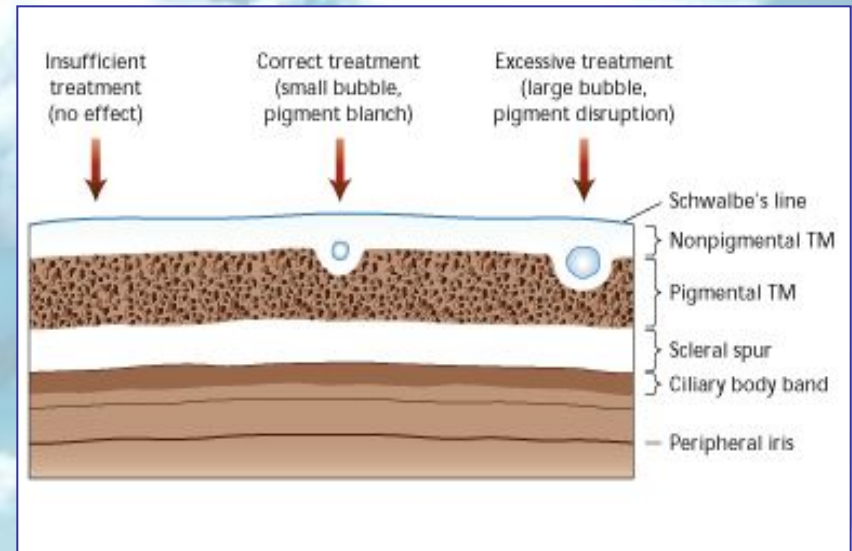
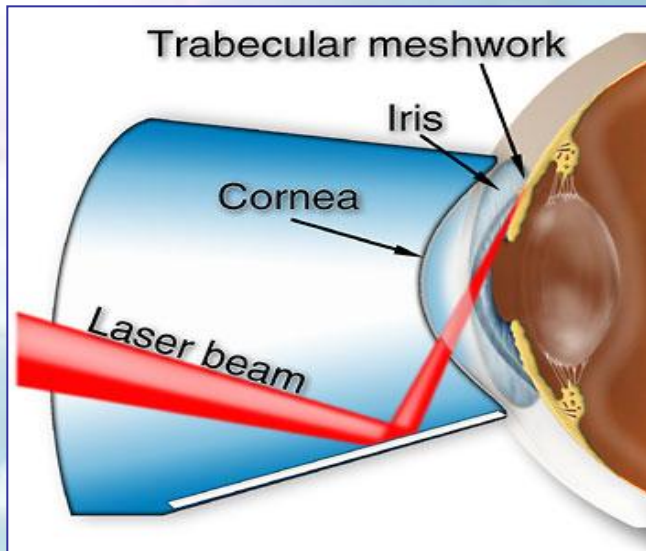
*Задняя трабекулопластика*

*Задний трабекулоспазис*

*Циклотрабекулоспазис*



# Аргон – лазерная трабекулопластика (АЛТ)



- Операция предложена в 1979г. Wise и Witter
- Лазерные коагуляты наносят в зоне проекции шлеммова канала на место соединения пигментированной и непигментированной частей трабекулы с интервалом равным диаметру 2-х лазерных пятен ( $d$  пятна 50 мкм, мощность 400-1200 мВт, экспозиция 0,1 с)
- Обычно наносят 100 аппликаций по всей окружности
- При подборе мощности добиваются очаговой депигментации, иногда с образованием пузырьков газа («эффект попкорна»)

- на начальных стадиях ПОУГ глаукомы по данным ряда исследований у 80% пациентов снижение ВГД составляет 6-10мм рт ст в первый год после операции. У 50% больных ВГД стабилизировано в течение 5 лет, у 30% - в течение 10 лет после операции.
- Достижение полного эффекта обычно занимает 4-6 недель и зависит от возраста, расы и стадии глаукомы.
- Пациенты старше 40 лет обычно лучше поддаются лечению, эффективность АЛТ у африканцев значительно ниже.

### ***Недостатки:***

- излучение аргонового лазера поглощается в основном пигментными клетками трабекулярной мембраны, т.е. АЛТ достаточно эффективна лишь на глазах с выраженной пигментацией шлеммова канала.
- реактивный подъем ВГД через 1–4 часа после операции у 30% пациентов и через 1–3 недели у 2% пациентов.
- повторная АЛТ эффективна лишь в 32% случаев и риск побочных эффектов гораздо выше

### ***АЛТ не показана:***

- при ЗУГ
- при недостаточно четкой визуализации структур УПК
- вторичная ОУГ (напр., поствоспалительная) обычно плохо поддается лазерной трабекулопластике



# Механизм действия АЛТ

## *механическая теория*

коагуляционный  
некроз  
ткани трабекулы

рубцевание в  
проекции  
лазерных  
коагулятов

натяжение оставшихся  
интактных участков  
трабекулярной  
мембраны

расширение  
трабекулярных  
щелей

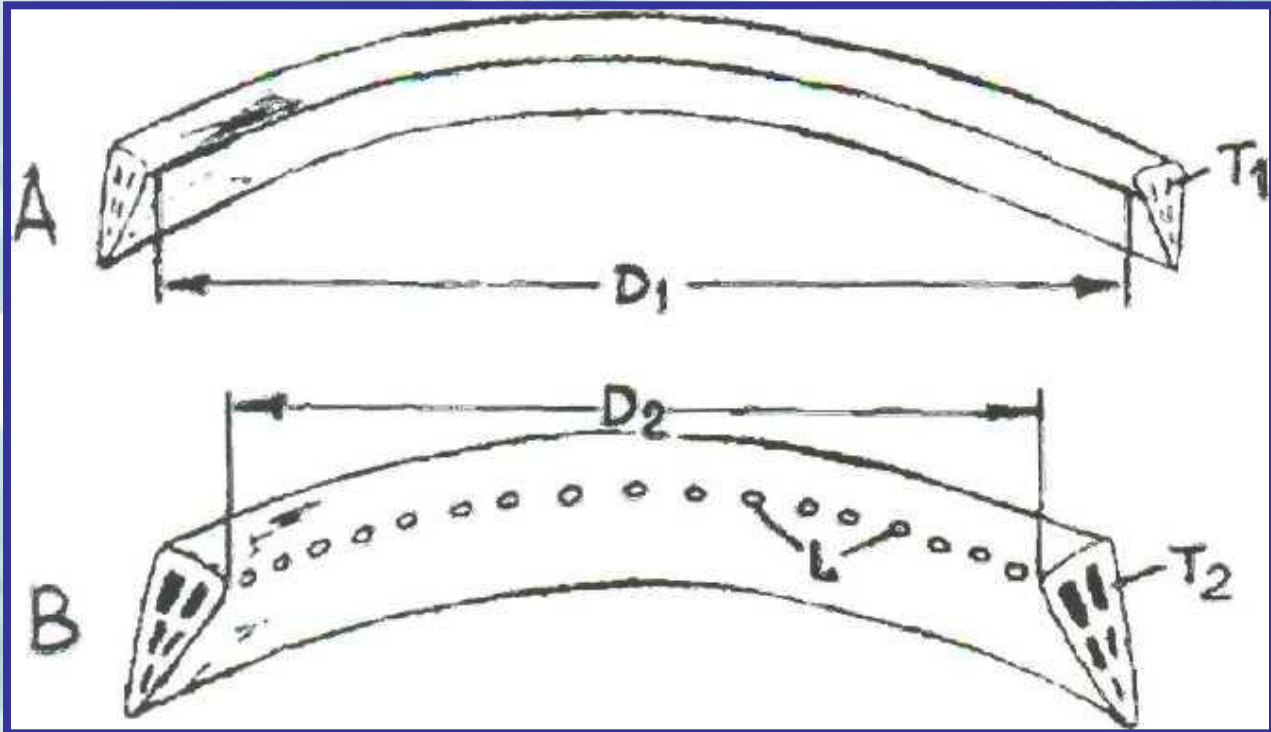
## *клеточная теория*

выделение  
медиаторов  
воспаления

миграция  
макрофагов

фагоцитоз пигмента,  
эксфолиативных  
отложений,  
продуктов обмена

увеличение  
проницаемости  
трабекулы



# Морфологические исследования трабекулы после трабекулопластики, выполненной *аргоновым Nd:YAG лазером*

- серьезное повреждение увеосклеральной трабекулярной решетки в месте лазерного ожога
- На периферии ожогового пятна - разрушенные коллагеновые волокна
- Вне зоны ожога коллагеновые волокна и их мультислойные структуры оставались интактными
- Однако в этих зонах в увеосклеральной трабекулярной ткани обнаружена эндотелиальная мембрана с монослоем мигрирующих эндотелиальных клеток, которые активно фагоцитировали пигментные гранулы и продукты разрушения клеток.

- серьезное повреждение увеосклеральной трабекулярной решетки в месте лазерного ожога
- К периферии от ожога - негрубая рубцовая соединительная ткань, фагоцитоз гранул пигмента, а также деформированные эндотелиальные клетки на границе между увеосклеральной и корнеосклеральной частью трабекулы
- В юкстаканаликулярной ткани не отмечено морфологических изменений, в том числе не было формирования эндотелиальной мембраны и разрушенных коллагеновых волокон.

**С формированием эндотелиальной мембраны связано снижение легкости оттока и повышение ВГД в поздние сроки после АЛТ!**

## Эффективность АЛТ в начальной стадии первичной ОУГ в зависимости от характера блокады шлеммова канала.

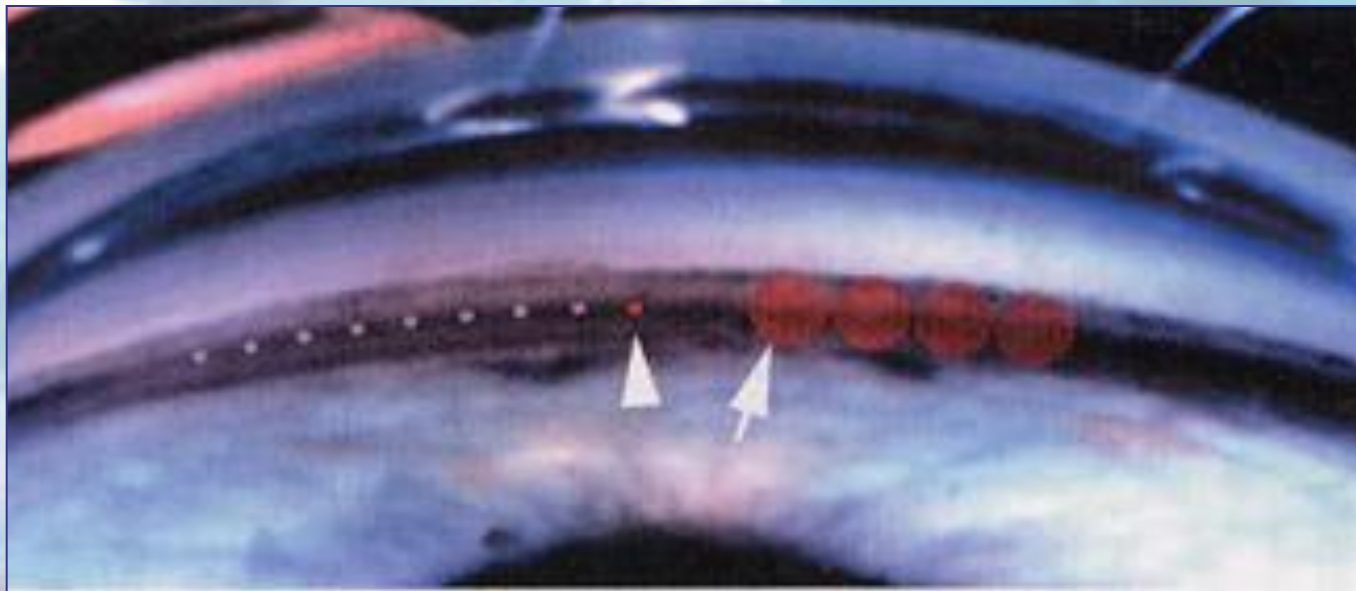
- Существует три степени блокады шлеммова канала:
  - функциональная
  - смешанная
  - органическая
- Для определения характера блокады шлеммова канала был разработан пилокарпиновый тест
- Наилучшие результаты после АЛТ получили при функциональном и смешанном блоке шлеммова канала
- При органической блокаде рекомендуется оперативное лечение.

# Селективная трабекулопластика (СЛТ).

- Первые фундаментальные исследования были проведены Mark A. Latina с соавторами в 1996–97 году
- Для проведения СЛТ используется аппарат «Coherent Selecta 7000», источником излучения которого является Nd:YAG лазер с *модулируемой добротностью и удвоением частоты*
- Длина волны излучения – 532 нм, длительность импульса – 3 нс, энергия импульса – 0,1–2,0 мДж, размер светового пятна– 400 мкм.
- Этот аппарат используется только для СЛТ, хотя в дальнейшем не исключена возможность его совмещения с обычным YAG-лазером.
- Nd:YAG-лазер, аргоновый, диодный не могут быть использованы для СЛТ

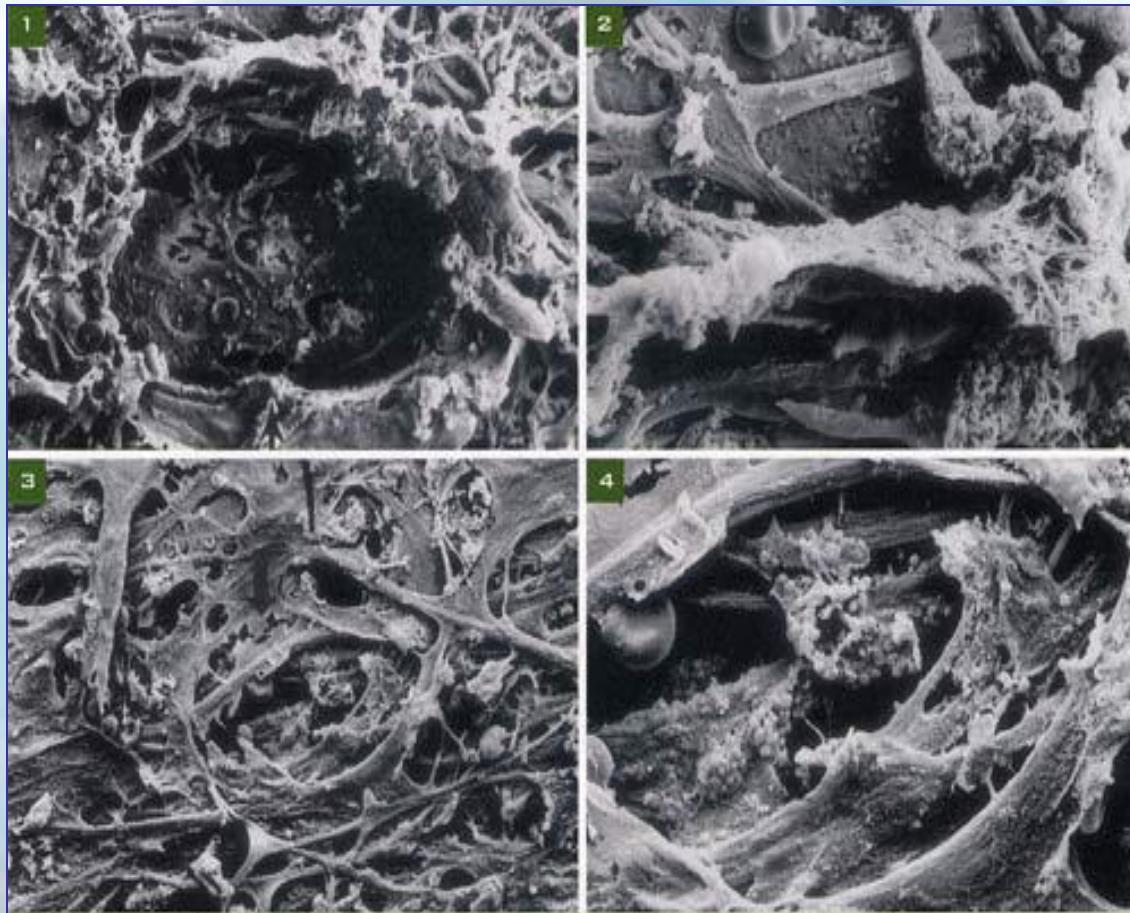


- Техника СЛТ мало отличается от традиционной АЛТ
- Используют трехзеркальную гониолинзу Гольдмана
- Импульсы наносятся на зону трабекулы
- Вследствие большого размера пятна (400 мкм– при СЛТ, 50 мкм– при АЛТ) зоной взаимодействия лазерного излучения является вся область трабекулы, а не только проекция шлеммова канала
- При проведении селективной трабекулопластики обычно не отмечается зон побледнения, «эффекта попкорна»
- Обычно наносится 50 импульсов, не перекрывающих друг друга по площади по окружности в 180 градусов



лазерные коагуляты при АЛТ (слева) и СЛТ (справа)

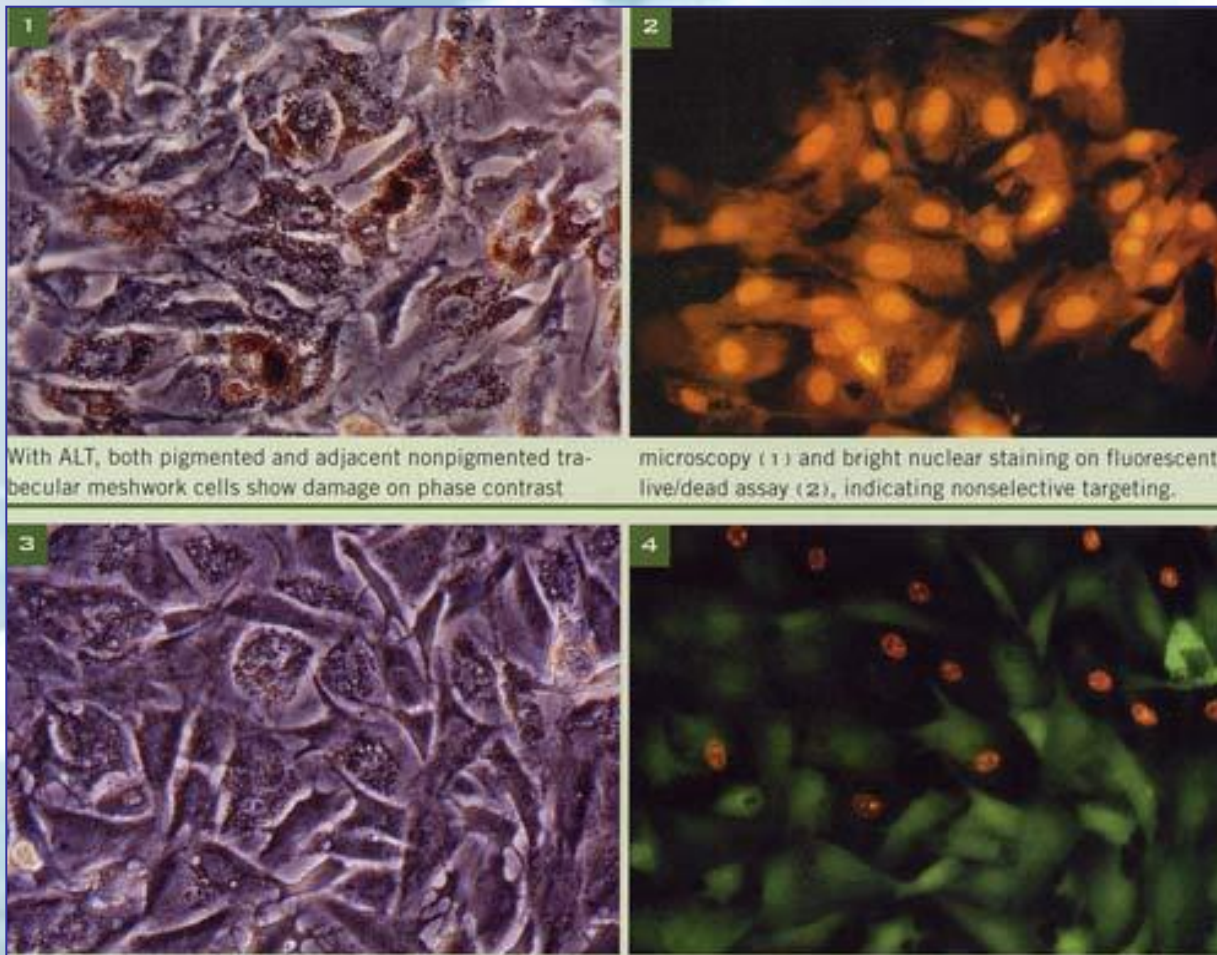
# Морфологические исследования, посвященные селективной лазерной трабекулопластике.



1. АЛТ: повреждение волокон увеальной части трабекулы
2. АЛТ большее увеличение: скручивание, побледнение и формирование коллагеновой подушки свидетельствует о коагуляции ткани
3. СЛТ: волокна увеальной и корнеосклеральной частей трабекулы интактны, за исключением единичных трещиноподобных дефектов трабекулы
4. тот же дефект при большем увеличении

- Таким образом, основной теорией, объясняющей механизм действия СЛТ, является клеточная теория
- Действительно, в исследованиях *in vivo* было показано, что СЛТ избирательно воздействует на содержащие меланин клетки трабекулы (нагруженные меланином макрофаги).
- Во всех случаях отмечают отсутствие термального повреждения ткани трабекулы, коагуляционного некроза клеток трабекулы и коллагеновых волокон. за счет очень короткой продолжительности импульса.





*pic1* – АЛТ фазовоконтрастная микроскопия: повреждение пигментированных и смежных непигментированных клеток трабекулы

*pic2* – АЛТ окрашивание флюоресцеином всех клеток свидетельствует о неселективности воздействия

*pic3* – СЛТ фазовоконтрастная микроскопия: сложно выделить поврежденные клетки

*pic4* – СЛТ: флюоресцеином окрашены только ядра меланинсодержащих клеток трабекулы, что свидетельствует о гибели клеток. Непигментированные клетки при СЛТ не повреждены, и их ядра не накапливают флюоресцеин

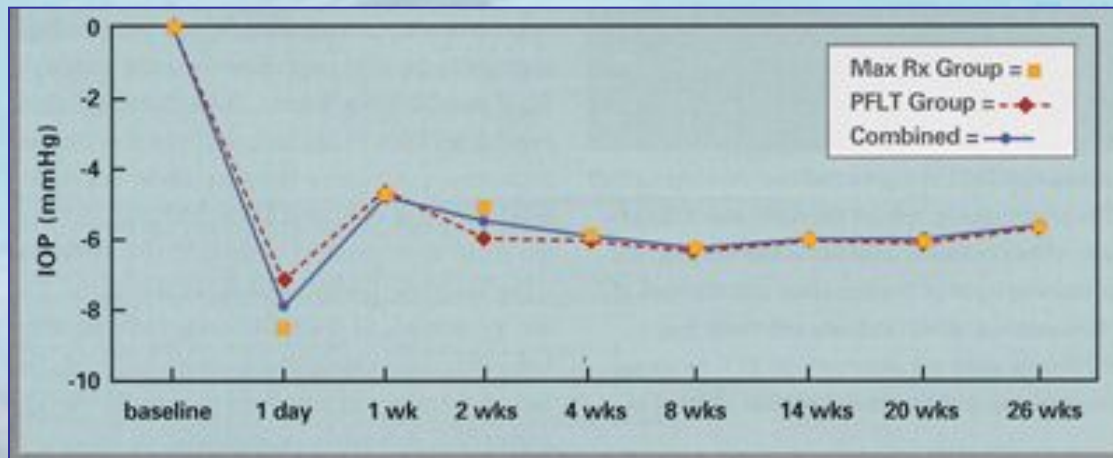
- Как СЛТ, так и традиционная АЛТ приводят к синтезу клетками трабекулы медиаторов воспаления: интерлейкина–1а, интерлейкина–1b, фактора некроза опухолей–а, активируют макрофаги.
- По–видимому, этот сходный для двух типов лазеров биологический ответ играет в снижении внутриглазного давления большую роль, чем чисто механическое повреждение трабекулярной решетки.
- После селективной трабекулопластики не выявлено ни эндотелиальной мембраны, ни рубцовой ткани.
- Очень короткая продолжительность импульса (3 наносекунды) также способствует поглощению энергии внутри восприимчивой пигментированной клетки, а не теплообмену с соседними тканями.
- СЛТ также эффективна у пациентов, которым ранее проводилась АЛТ
- СЛТ не влияет на эффективность последующих антиглаукоматозных операций.
- **Показания к проведению СЛТ** аналогичны таковым для АЛТ:
  - начальные стадии первичной ОУГ
  - по данным ряда исследований СЛТ эффективна при пигментной ПОУГ, псевдоэксфолиативной ПОУГ, ювенильной, травматической рецессии УПК

## Mark A. Latina с соавторами

- В 1998 году в 3-х центрах были проведены пробные клинические исследования, оценивающие эффект снижения ВГД в результате применения СЛТ.
- У 70% пациентов отмечено снижение ВГД на 3 и более мм рт. ст. в послеоперационном периоде независимо от того, была на этом глазу предварительно проведена АЛТ или нет.
- За период наблюдения в 26 недель ВГД снизилось в среднем на 5,8 мм рт.ст. (23,5%) у пациентов без предшествующей АЛТ и на 6,0 мм рт.ст. (24,2%) у больных с предшествующей АЛТ
- 70% пациентов, перенесших ранее неудачную процедуру АЛТ, после СЛТ имели снижение ВГД на 3 мм рт.ст. или больше. Это число значительно выше, чем упоминающиеся в литературе результаты снижения ВГД после повторной АЛТ



**Mark A. Latina, MD**  
Associate Clinical Professor  
of Ophthalmology,  
Tufts University School of  
Medicine, Department  
of Ophthalmology,  
Boston, Mass.



- Пациенты с некомпенсированным ВГД на максимальном режиме
- ◆ После АЛТ
- Среднее значение

## Mark A. Latina с соавторами

### ***В послеоперационном периоде:***

- Кратковременное повышение ВГД (9%), пришедшее в норму через неделю приема соответствующих препаратов (пациенты в этом исследовании не получали никаких профилактических препаратов от скачков ВГД) .
- В 83% отмечена умеренная воспалительная реакция в передней камере, которая становилась заметной через один час после вмешательства и стихала к концу первых суток.
- Боль, чувство дискомфорта в глазу, затуманенное зрение отмечали 15% больных,
- Покраснение глаза – 9%.
- Не выявлено ни одного случая ирита/иридоциклита.
- Ни в одном случае после проведения СЛТ не отмечено образования периферических передних синехий.

*✓Средняя величина, на которую снизилось ВГД спустя 6 месяцев после СЛТ, соизмерима с аналогичной величиной после традиционной АЛТ.*

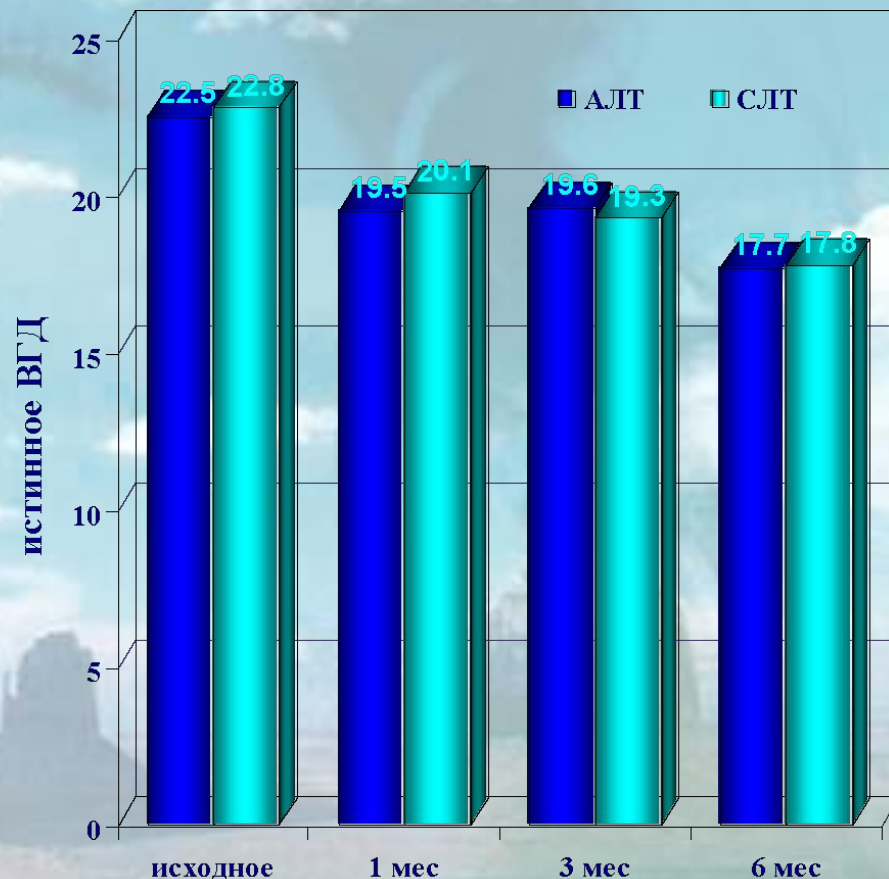
*✓Снижение ВГД, которого удалось достичь с помощью СЛТ, сопоставимо с величиной снижения ВГД, полученного лишь за счет назначения максимального медикаментозного режима, включающего и латанопрост.*

Karim F. Damji (Канада)

## Сравнение клинической эффективности СЛТ и АЛТ.



- Все пациенты были разделены на две группы с одинаковыми базовыми характеристиками
- В каждую из групп были включены пациенты, которым до этого исследования была проведена АЛТ, но не было достигнуто снижение внутриглазного давления.
- Одной группе проведена СЛТ.
- Другой группе проведена АЛТ.
- Пациенты с предшествующей исследованию неудачной ) АЛТ после проведения СЛТ достигли большего снижения ВГД в сравнении с группой пациентов, которым была проведена повторная АЛТ (6,8 мм рт.ст. против 3,6 мм рт.ст.).



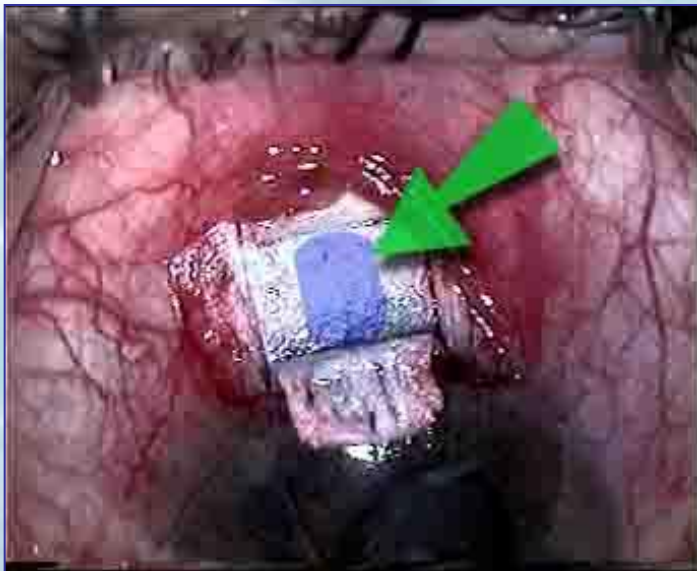
- Таким образом, к настоящему времени доказано, что селективная лазерная трабекулопластика является безопасной и эффективной процедурой.
- Снижение внутриглазного давления после селективной трабекулопластики отмечается в основном уже к концу первых суток после операции, эффект операции стабилен.

# Эксимерный лазер

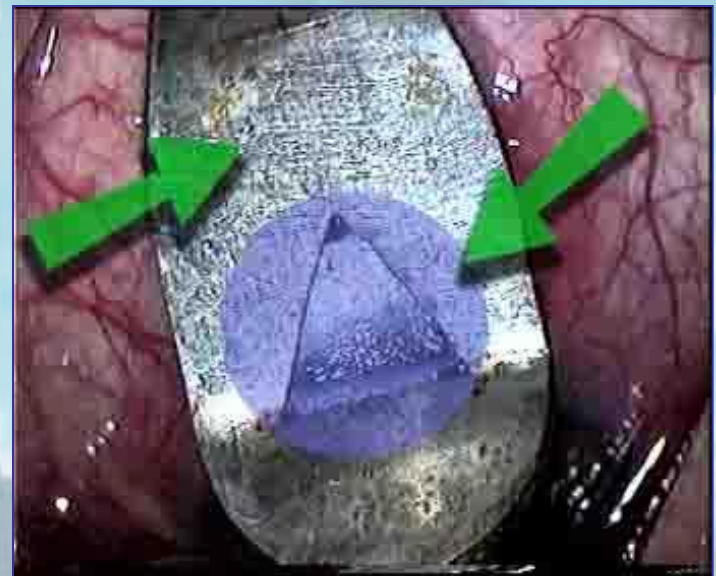
- В 1987г опубликованы первые экспериментальные результаты применения эксимерного лазера (ЭЛ) для лечения ПОУГ-сквозная лазерная склерэктомия.
- Использование ЭЛ для склерэктомии привлекает минимальным термическим воздействием на окружающие ткани, что снижает риск рубцевания в послеоперационном период. Однако по эффективности ЭЛ значительно уступают неодимовым и гольдмиевым YAG-лазерам, т.к. ЭЛ-излучение быстро теряет мощность во влажной среде.
- Seiler T (1989) предложил использовать ЭЛ-абляцию при наружной синусотомии, а Золотаревский А. В. (1997) – при непроникающей глубокой склерэктомии. При этих методиках потеря мощности ЭЛ во влажной среде является фактором, обеспечивающим высокую безопасность операции

# Эксимерлазерная непроникающая глубокая склерэктомия

- Разрез конъюнктивы в 6 мм от лимба
- Выкраивание поверхностного лоскута склеры прямоугольной формы 5х5мм основанием к лимбу с входением в прозрачные слои роговицы на 1,5 мм.
- В зависимости от методики удаления глубокого лоскута склеры все пациенты были разделены на две группы:
  - 1) удаление глубокого лоскута склеры с помощью ЭЛ-абляции овальным пятном 4х5 мм с длинной осью перпендикулярно лимбу
  - 2) при ЭЛ-абляции использовалась металлическая маска с отверстием в виде треугольника 5х5х5 мм основанием к лимбу



*ЭЛ-абляция в первой группе пациентов.  
Стрелкой указано пятно ЭЛ*

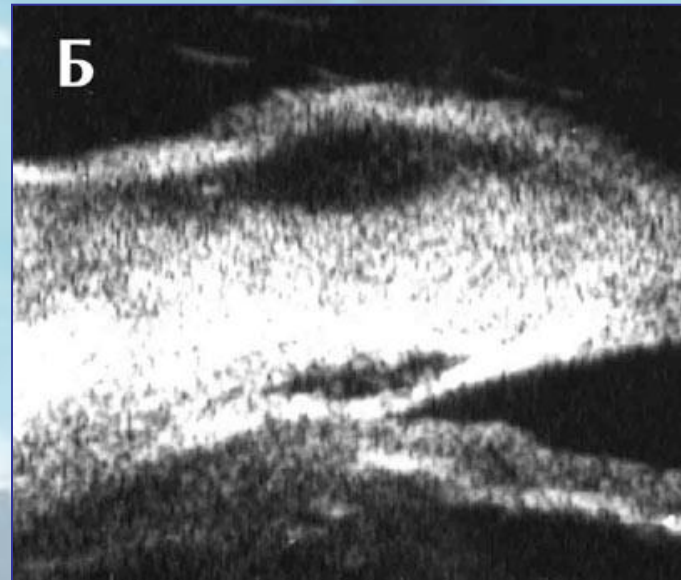
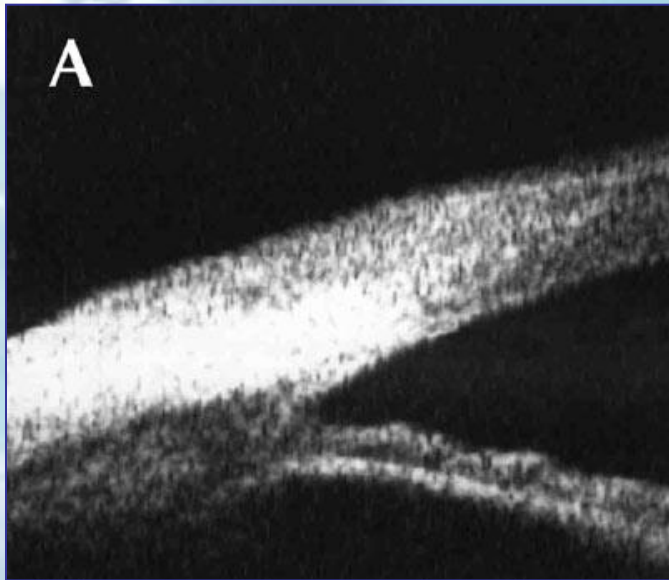


*ЭЛ-абляция во второй группе пациентов.  
Указаны металлическая маска и пятно ЭЛ*



- При получении стойкой фильтрации лазерное воздействие прекращалось
- В ложе глубокого склерального лоскута проводилась задняя склерэктомия треугольной формы 1x1x1 мм
- На края поверхностного склерального лоскута накладывались узловые швы
- Непрерывный шов на конъюнктиву.

При ультразвуковой биомикроскопии переднего отрезка глаза спустя 3 месяца после операции выявлялся операционный канал, идущий до десцеметовой оболочки со вскрытием задней стенки шлеммова канала



*Ультразвуковая биомикроскопия переднего отрезка глаза пациентов до (а) и спустя 3 месяца после операции (б).*

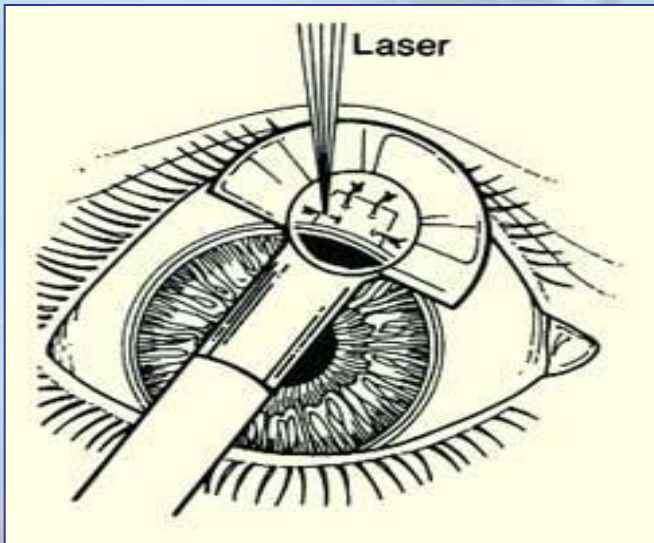
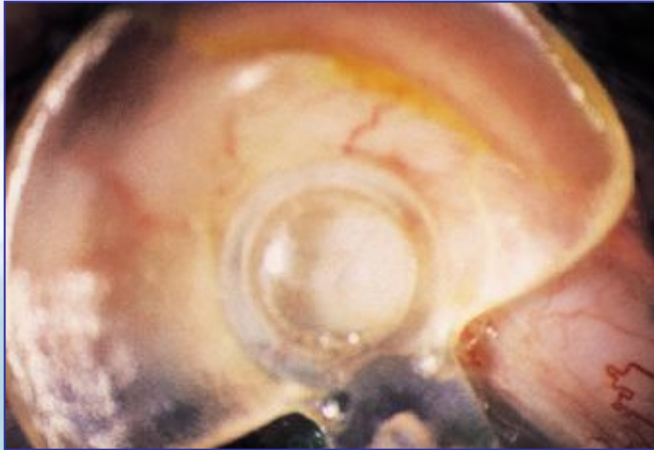
- Воздействие ЭЛ-излучения на склеральную ткань приводит к более гладкому и однородному удалению ткани и не влечет их механического раздавливания.
- В результате в зоне воздействия ЭЛ-излучения формируется более нежный рубца, чем при “ножевой” хирургии, уменьшается количество нейтрофилов и лейкоцитов.
- При получении стойкой фильтрации влаги мощность ЭЛ-излучения самопроизвольно теряется, т.к. вода полностью поглощает излучение
- Вышеперечисленные факторы исключают риск перфорации трабекулы и десцеметовой оболочки, что позволяет избежать в послеоперационном периоде гипотонии, цилиохориодальной отслойки, макулопатии и прогрессирования катаракты, супрахориодальной геморрагии.
- При НГСЭ происходит увеличение фильтрации влаги не только через вскрытый шлеммов канал, но и через обнаженную периферическую часть десцеметовой мембраны.
- Ряд авторов указывает, что на долю последней приходится до 33% фильтрации влаги, и предполагают, что в глаукомных глазах этот процент выше

# ***Гипертензия после фистулизирующих операций***

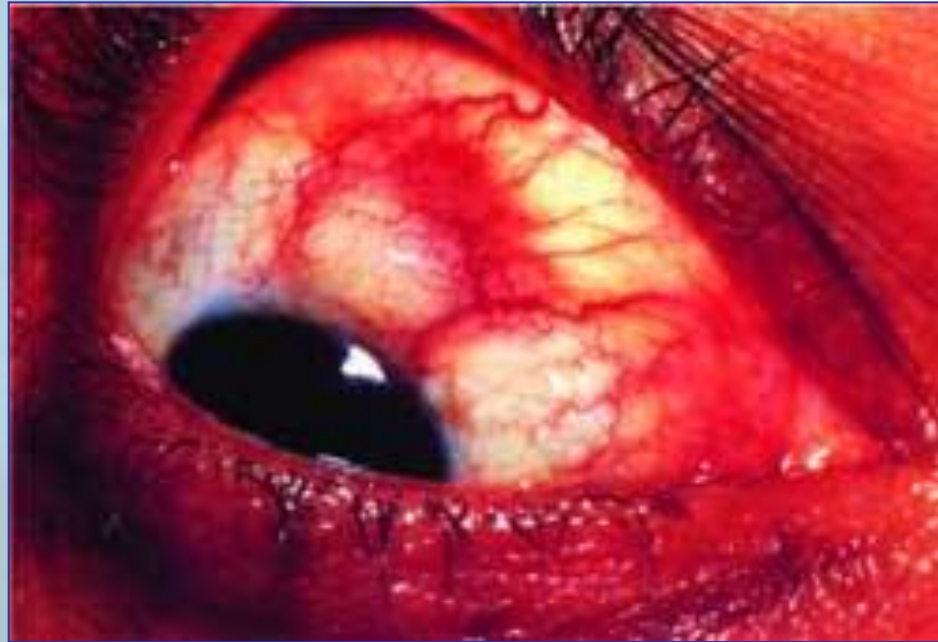
***Основные причины повышения ВГД после  
трабекулэктомии:***

- 1) субконъюнктивальный фиброз
- 2) внутренняя склерэктомическая обструкция
- 3) киста теноновой капсулы

# Субконъюнктивальный фиброз



- Склероконъюнктивальные и склеросклеральные сращения составляют 30% от числа всех неудовлетворительных результатов трабекулэктомии.
- Использование аргонного лазера для трансконъюнктивного сутуролизиса (от 300 до 1000 мВ, экспозиция 0,02 – 0,1 секунды и длина волны 50 нм).
- Н. Hoskins и С. Migliazzo спроектировали специальную линзу на ручке с большим ободком
- Обычно с целью предотвращения избыточной фильтрации пересекается не более одного шва.
- Сроки применения аргонного лазера для рассечения швов сильно варьируют.

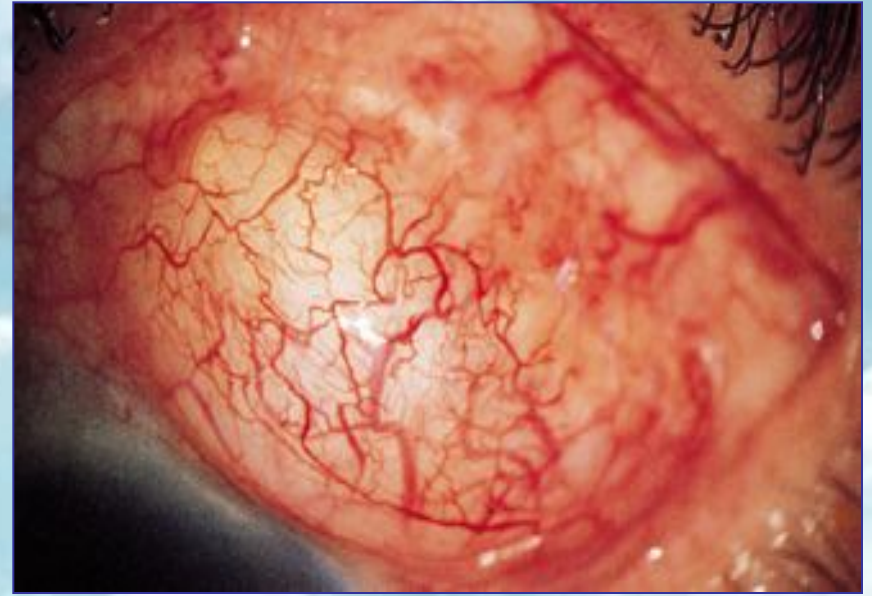


- Если имеется значительное субконъюнктивальное кровоизлияние или пигментация конъюнктивы в проекции швов, конъюнктивa может абсорбировать лазерные лучи и таким образом поддерживать тепловое повреждение.
- Это происходит потому, что спектр поглощения гемоглобина и меланина  $\sim 532$  нм и близок к нейлоновому шву.
- В данной ситуации возможно использование криптонового (красного) лазера с длиной волны 600 нм.
- Диодный лазер менее эффективен.

# Внутренняя склерэктомическая обструкция.

- Барьером оттекающей ВГЖ могут быть различные структуры
- Часто гониоскопически различимы: тонкие пигментные мембраны, передние синехии с корнем радужки, стекловидным телом, капсулой хрусталика. Возможна также полная блокада склерального канала фибробластическими пролиферациями
- Лучшим средством устранения склерэктомической обструкции является применение различных видов лазера
- Аргоновый лазер применяется в редких случаях. Его использование оправдано при обструкции тонкими пигментными мембранами.
- Сфера применения ИАГ-лазера более широкая. Он весьма эффективен при наличии плотных мембран, блокады фистулы ножками базальной колобомы, а также передними синехиями

# Формирование кистозной фильтрационной подушечки (кисты теноновой капсулы).



- приводит к повышению внутриглазного давления в 0,8-13% случаев и вызывает у больного чувство инородного тела
- довольно часто она бывает высокой, четко локализованной, с плотной стенкой и резко выраженными поверхностными сосудами конъюнктивы над ней.

- Существуют различные способы лечения кисты фильтрационной подушечки: рассечение субконъюнктивальных рубцов, иссечение стенок кисты фильтрационной зоны, проведение двойной синтетической нити под фильтрационную подушечку и др.
- В последние годы в литературе появились указания о возможности лазерной перфорации стенки кисты фильтрационной подушечки.
- Энергия импульса ИАГ-лазера 8-10 мДж, количество импульсов за 1 сеанс составляло 15-20.
- Луч лазера наводили на переднюю и боковую стенку кисты между крупными ветвями сосудов конъюнктивы. В большинстве случаев уже в процессе лазерного воздействия соответственно полученной перфорации из кисты вытекало содержимое и распределялось тонким слоем между конъюнктивой и стенкой кисты. Киста сразу уменьшалась в размерах, а ВГД снижалось.
- Эффект лазерного лечения сохранялся в течение срока наблюдения (1-1,5 года).
- В 10% случаев в результате лазерного воздействия не наступила нормализация ВГД и потребовалось оперативное лечение.
- Ятрогенная перфорация подушечки - самое значительное **осложнение**, как после единичного, так и после повторного вмешательства. Наружная фильтрация была устранена с помощью повязки и приема Диакарба



# Циклодеструктивные операции

*Многочисленность методов лечения терминальной болящей глаукомы, направленных на снижение ВГД, уменьшение боли и сохранение глазного яблока:*

- диатермокоагуляция и криопексия в области цилиарного тела
- алкоголизация зрительного нерва
- оптикоцилиарная неврэктомия
- цилиаротомия с диатермокоагуляцией зрительных нервов,
- рассечение задних цилиарных нервов в супрахориоидальном пространстве

- В настоящее время разработаны лазерные операции, вызывающие деструкцию цилиарных отростков и снижающие образование внутриглазной жидкости.
- Преимущества диодного лазера перед другими циклодеструктивными операциями заключается в поглощении энергии в основном в зоне пигментного эпителия цилиарного тела при хорошей сохранности других структур, через которые проходит лазерный луч.

# Классификация циклофотокоагуляции в зависимости от способа доставки лазерной энергии к цилиарным отросткам

транспупиллярная

трансклеральная

эндолазерная

# *транспупиллярное воздействие*

- большая часть цилиарных отростков остается вне досягаемости лазерного воздействия
- гипотензивный эффект непостоянен и нестойек
- визуализация отростков нередко оказывается невозможной при помутнении преломляющих сред глаза

# Эндоскопическая циклофотокоагуляция

- позволяет, воздействуя непосредственно на отдельно взятые отростки, избежать повреждения окружающих тканей.
- лазеркоагуляция отростков приводит к снижению секреции ВГЖ с последующим снижением ВГД
- меньшая травматичность тканей и кровопотеря, быстрая реабилитация в послеоперационном периоде



## ***Показания:***

- высокое ВГД в далеко зашедшей и терминальной стадиях глаукомы (первичной и вторичной)

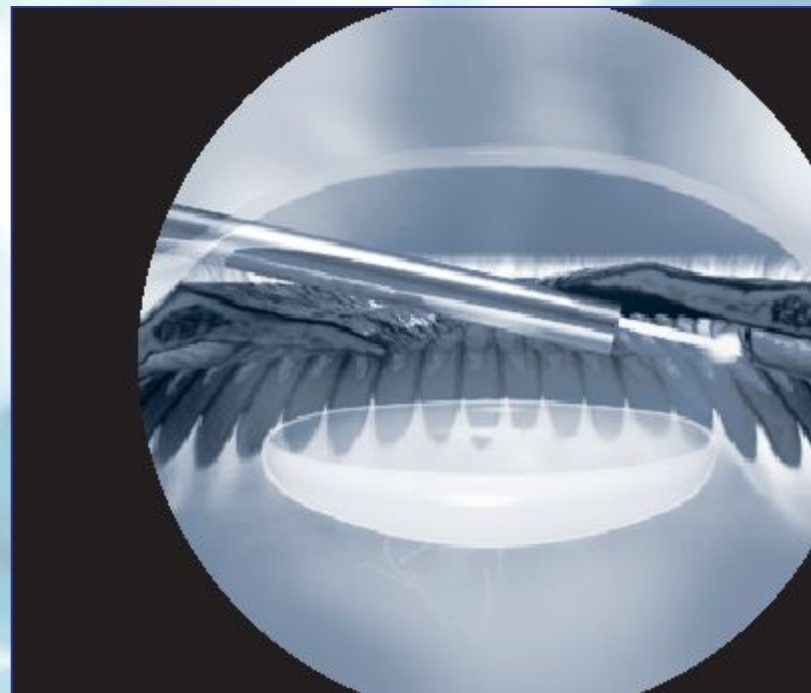
## ***Противопоказания:***

- тотальный гемофтальм
- увеит



**Роговичный доступ** (при частичном гемофтальме, афакии, одновременной факоэмульсификации):

парацентез 1мм на 12ч, введение в п/камеру микроофтальмоэндоскопа под защитой вископротектора, подведение наконечника к цилиарным отросткам на 1-3мм, затем лазеркоагуляция



**Склеральный доступ** ( при ЭЭД, тотальной гифеме, ВГД свыше 60 мм рт ст – из-за риска развития экспульсивной геморрагии):

разрез склеры длиной 1мм в 4,5-5,5мм от лимба, затем разрез сосудистой оболочки, введение в полость глаза микроофтальмоэндоскопа, подведение наконечника к цилиарным отросткам на расстояние 1-3мм, затем лазеркоагуляция отростков

- После операции в 48% случаев нормализуется ВГД, у 99,8% пациентов исчезает болевой синдром, уменьшается инъекция сосудов глазного яблока и отек роговицы.
- Данная операция обладает гипотензивным и анальгезирующим эффектом, позволяет сохранить глазное яблоко у больных с тяжелыми некомпенсированными формами глаукомы

## ***Осложнения:***

### **операционные:**

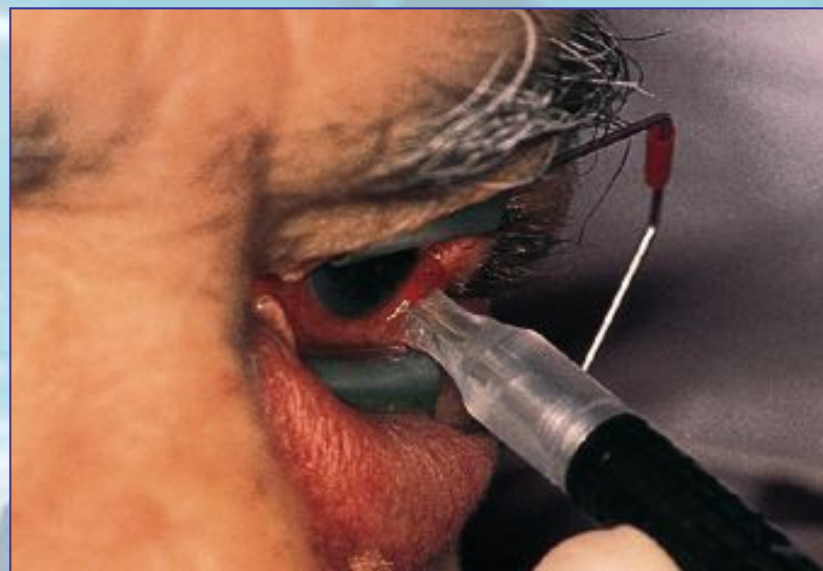
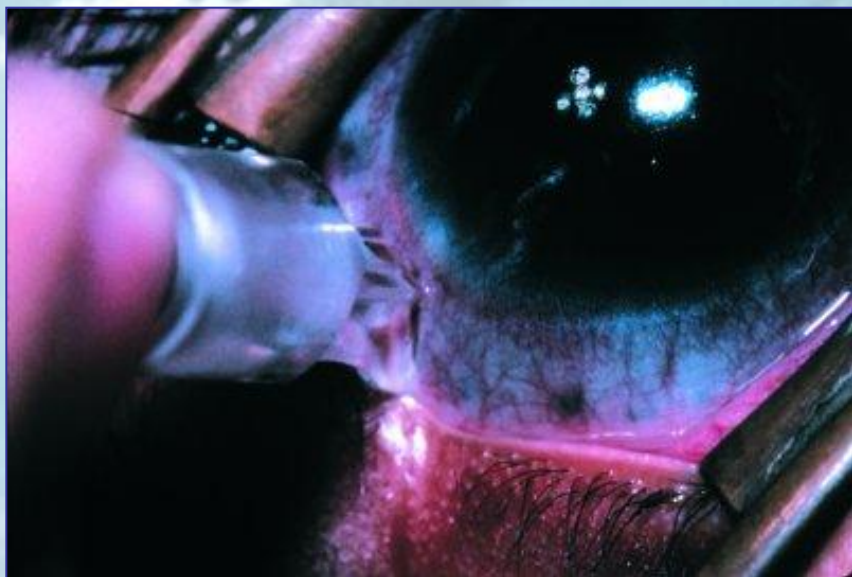
- риск возникновения экспульсивной геморрагии (меньше при склеральном доступе),
- геморрагическая отслойка сосудистой оболочки,
- повреждение капсулы хрусталика наконечником, что ведет к ее помутнению.

### **в раннем послеоперационном периоде:**

- гифема,
- послеоперационная гипертензия.

# **Транссклеральная циклофотокоагуляция**

Лечение проводят диодным лазером. Рабочая длина волны 800-820 нм (инфракрасный близкий к красному) хорошо проникает через склеру и поглощается пигментным эпителием отростков цилиарного тела.





# **Трансклеральная циклофотокоагуляция**

## ***Бесконтактная***

- трудность фокусировки, дозированного воздействия, получения минимальных очагов коагуляции
- значительные потери излучения на отражение, рассеивание приводят к необходимости увеличения энергетических уровней лазерного излучения, что увеличивает риск осложнений для больного

## ***Контактная***

- передача излучения по моноволокну
- снижением потерь на френелевское отражение
- сохраняется рассеивание излучения в склере

## ***Контактно-компрессионная***

- дозированное вдавление склеры торцом моноволокна, что изменяет ее оптико-физические характеристики и повышает ее прозрачность за счет вытеснения межтканевой жидкости из зоны действия сдавливающей силы
- в зоне просветления лазерное излучение практически не рассеивается
- это позволяет получить коагуляты четкой пространственно ограниченной формы и максимально эффективно использовать энергию лазерного излучения.

- Лазерные аппликации наносятся в 1,5-2 мм от лимба соответственно проекции секреторной части цилиарного тела
- Количество аппликаций и параметры излучения варьируют у разных авторов.
- В результате нанесения лазерных аппликаций образуются ожоги цилиарного тела с исходом в атрофию цилиарных отростков, что приводит к снижению секреции водянистой влаги.
- По другим авторам гипотензивный эффект достигается отслойкой секреторной части цилиарного тела и усилением увеосклерального оттока.
- Кроме того, в области лазерного воздействия формируются "полупроницаемые мембраны". Это увеличивает доступность структур глаза медикаментозным средствам, применяемым инстилляционно



### **Осложнения:**

*Используется высокая мощность лазерного излучения, что может привести к раздражению цилиарного тела, иридоциклиту и повышению ВГД*

## *Трансклеральная циклофотокоагуляция*

- имеет преимущества перед диатермией и криопексией, поскольку не вызывает истончения склеры
- длительный опыт трансклеральной циклофотокоагуляции показывает, что она может обеспечить успех при глаукоме высокого риска, которая включает неоваскулярную, постuveальную, глаукому при афакии и др., при которых фильтрующая хирургия неэффективна или дает небольшой процент успеха

# Эффективность зон повышенной проницаемости в плоской части цилиарного тела, создаваемых с помощью диод-лазерных аппликаций

- В последние годы наряду с гипотензивным эффектом удалось добиться значительного положительного влияния на состояние зрительных функций.
- Изменения методики достигается путем смещения места нанесения коагулятов кзади, в область проекции не только короны, но и плоской части цилиарного тела.
- В результате лазерного воздействия образуются биологически активные вещества, медиаторы воспаления, которые обладают вазодилататорными свойствами.
- Эти субстанции, поступая в стекловидное тело, достигают сетчатки зрительного нерва, благотворно влияя на метаболизм этих структур, что способствует оптимизации зрительных функций.

- Проводились исследования эффективности применения данной методики у пациентов с глаукомой низкого давления с целью стабилизации и улучшения зрительных функций.
- В ходе операции в 3-5 мм от лимба концентрично на 270-300 градусов наносились 20-25 лазерных коагулятов (мощность от 0,7 до 1,2 Вт, экспозиция 3 сек., длина волны излучения – 810 нм, диаметр фокального пятна – 500 мкм).
- В послеоперационном периоде у всех пациентов наблюдалось снижение ВГД до 7-13 мм рт ст, через 1 месяц после операции ВГД составляло в среднем 14,9 мм рт ст.
- В 83% случаев отмечена положительная динамика в состоянии полей зрения, в среднем на 26% сократилось количество относительных и абсолютных скотом.
- Таким образом, данная методика позволяет добиться снижения ВГД у больных с глаукомой низкого давления, а также оптимизировать метаболические процессы в зрительном нерве и сетчатке, тем самым повышая вероятность благоприятного прогноза в отношении стабилизации зрительных функций у пациентов со сниженной толерантностью зрительного нерва к воздействию офтальмотонуса.

**Анализ полученных данных показывает, что проблема лазерного лечения глаукомы остается актуальной.**

**Это обусловлено в первую очередь решением таких вопросов, как определение показаний к проведению данных операций, выявление критериев оценки их эффективности, разработка простых и малотравматичных методик операций, прогнозируемость получаемого эффекта и его стабильность.**

**Основными преимуществами лазерной хирургии глаукомы являются малая травматичность и минимальный риск осложнений.**

**Постоянное совершенствование лазерного оборудования повышает эффективность операций, позволяет сократить сроки пребывания в стационаре, снизить стоимость лечения и существенно повысить комфорт для пациентов.**

**Дальнейшее усовершенствование и упрощение лазерных методов лечения глаукомы явится несомненным условием распространения и внедрения этих методов в широкую клиническую практику.**

A surreal landscape featuring several tree stumps in the foreground and a large, gnarled tree trunk in the background. The sky is a vibrant blue with scattered white clouds, and a bright sun is visible in the upper left corner, creating a lens flare effect. The overall scene has a dreamlike, ethereal quality.

***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ***