

\* КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИРУРГИИ  
ГОУ ВПО СОГМА

# Лазеры в хирургии



**Беслекоев У С**



# План лекции

**1. Исторические аспекты.**

**2. Физические основы применения лазерной техники в медицине**

2.1 Принцип действия лазера

2.2 Типы лазеров

2.3 Характеристики лазерного излучения

**3. Механизм взаимодействия лазерного излучения с био тканями**

3.1 Виды взаимодействия

3.2 Особенности лазерного взаимодействия при различных параметрах излучения

**4. Перспективные лазерные методы в медицине и биологии**

**5. Лазеры, применяемые в медицинской технике**

5.1 CO<sub>2</sub>-лазеры

5.2 Гелий-неоновые лазеры

5.3 Полупроводниковые лазеры

5.4 Эксимерные лазеры

5.5 Лазеры на красителях

# 1. Исторические аспекты.

Свет использовался для лечения разнообразных болезней испокон веков. Древние греки и римляне часто «принимали солнце» в качестве лекарства. И список болезней, которые приписывалось лечить светом, был достаточно велик. Настоящий рассвет фототерапии пришелся на 19 век - с изобретением электрических ламп появились новые возможности. В конце XIX столетия красным светом пытались лечить оспу и корь, помещая пациента в специальную камеру с красными излучателями. Также различные «цветовые ванны» (то есть свет различных цветов) успешно применялись для лечения психических заболеваний. Причём лидирующую позицию в области светолечения к началу двадцатого столетия занимала Российская Империя. под руководством академика Б. Петровского, профессор Скобелкин, доктор Брехов и инженер А. Иванов приступили к созданию лазерного скальпеля «Скальпель 1» Лазерная хирургическая установка «Скальпель 1» применяется при операциях на органах желудочно-кишечного тракта, при остановке кровотечений из острых язв желудочно-кишечного тракта, при кожно-пластических операциях, при лечении гнойных ран, при гинекологических операциях. Использован CO<sub>2</sub> лазер непрерывного излучения с мощностью на выходе из световода 20 Вт. Диаметр лазерного пятна от 1 до 20 мкм в 1957 году.

## Принцип действия лазера

Основой лазеров служит явление индуцированного излучения, существование которого было постулировано А. Эйнштейном в 1916 г. В квантовых системах, обладающих дискретными уровнями энергии, существуют три типа переходов между энергетическими состояниями: индуцированные переходы, спонтанные переходы и безизлучательные релаксационные переходы. Свойства индуцированного излучения определяют когерентность излучения и усиления в квантовой электронике. Спонтанное излучение обуславливает наличие шумов, служит затравочным толчком в процессе усиления и возбуждения колебаний и вместе с безизлучательными релаксационными переходами играет важную роль при получении и удержании термодинамически неравновесного излучающего состояния.

При индуцированных переходах квантовая система может переводиться из одного энергетического состояния в другое как с поглощением энергии электромагнитного поля (переход с нижнего энергетического уровня на верхний), так и с излучением электромагнитной энергии (переход с верхнего уровня на нижний). Свет распространяется в виде электромагнитной волны, в то время как энергия при испускании излучения и поглощении сконцентрирована в световых квантах, при этом при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом, как было показано Эйнштейном в 1917 г., наряду с поглощением и спонтанным излучением возникает вынужденное (индуцированное) излучение, которое образует основу для разработки лазеров.

# ТИПЫ ЛАЗЕРОВ

По агрегатному состоянию активной среды:

- газовые (атомарные, ионные, молекулярные).
- жидкостные.
- твердотельные.





\* Лазер является источником света, с помощью которого может быть получено когерентное электромагнитное излучение, которое известно нам из радиотехники и техники сверхвысоких частот, а также в коротковолновой, в особенности инфракрасной и видимой, областях спектра.

# Характеристики лазерного излучения

**Излучение лазера отличается от излучения обычных источников света следующими характеристиками:**

- высокой спектральной плотностью энергии;
- монохроматичностью;
- высокой временной и пространственной когерентностью;
- высокой стабильностью интенсивности лазерного излучения в стационарном режиме;
- возможностью генерации очень коротких световых импульсов.

# Механизм взаимодействия лазерного излучения с биотканями

Важное для хирургии свойство лазерного излучения - способность коагулировать кровенасыщенную (васкуляризованную) биоткань. В основном, коагуляция происходит за счет поглощения кровью лазерного излучения, ее сильного нагрева до вскипания и образования тромбов. Таким образом, поглощающей мишенью при коагуляции могут быть гемоглобин или водная составляющая крови. Это означает, что хорошо коагулировать биоткань будет излучение лазеров в области оранжево-зеленого спектра (КТР-лазер, на парах меди) и инфракрасных лазеров.



## Хирургические лазеры делятся на две большие группы

- абляционные (от лат. ablatio – «отнятие»; в медицине – хирургическое удаление, ампутация).
- неабляционные лазеры.



Абляционные лазеры ближе к скальпелю.

Неабляционные лазеры действуют по другому принципу: после обработки какого-то объекта, например, бородавки, папилломы или гемангиомы, таким лазером, этот объект остаётся на месте, но через какое-то время в нём проходит серия биологических эффектов и он отмирает. На практике это выглядит так: новообразование мумифицируется, засыхает и отпадает.

## **Особенности лазерного взаимодействия при различных параметрах излучения**

Для целей хирургии луч лазера должен быть достаточно мощным, чтобы нагревать биоткань выше 50 - 70 °С, что приводит к ее коагуляции, резанию или испарению. Поэтому в лазерной хирургии, говоря о мощности лазерного излучения того или иного аппарата, оперируют цифрами, обозначающими единицы, десятки и сотни Вт.

Хирургические лазеры бывают как непрерывные, так и импульсные, в зависимости от типа активной среды. Условно их можно разделить на три группы по уровню мощности.

*1. Коагулирующие: 1 - 5 Вт.*

*2. Испаряющие и неглубоко режущие: 5 - 20 Вт.*

*3. Глубоко режущие: 20 - 100 Вт.*

Развитие лазерной медицины идет по трем основным ветвям:

1. лазерная хирургия
2. лазерная терапия
3. лазерная диагностика.

# Лазеры применяемые в хирургии

- \* CO<sub>2</sub>-лазеры
- \* Гелий-неоновые лазеры
- \* Полупроводниковые лазеры
- \* Эксимерные лазеры
- \* Лазеры на красителях
- \* Аргоновые лазеры

## \* CO<sub>2</sub>- лазеры

CO<sub>2</sub>-лазер в медицине применяется почти исключительно как «оптический скальпель» для резания и испарения во всех хирургических операциях. Режущее действие сфокусированного лазерного пучка основано на взрывном испарении внутри- и внеклеточной воды в области фокусировки, благодаря чему разрушается структура материала. Разрушение ткани приводит к характерной форме краев раны. В узкоограниченной области взаимодействия температура 100 °С превышает лишь тогда, когда достигнуто обезвоживание (испарительное охлаждение). Дальнейшее повышение температуры приводит к удалению материала путем обугливания или испарения ткани.



\* Серийно выпускаемая лазерная аппаратура

\* 1. Аппарат лазерный АТКУС-10 (ЗАО «Полупроводниковые приборы») позволяет производить воздействие на новообразования лазерным излучением с двумя различными длинами волн 661 и 810 нм. Аппарат предназначен для использования в медицинских учреждениях широкого профиля, а также для решения различных научно-технических задач в качестве источника мощного лазерного излучения. При использовании аппарата отсутствуют выраженные деструктивные поражения кожи и мягких тканей. Удаление опухолей хирургическим лазером уменьшает число рецидивов и осложнений, сокращает сроки заживления ран, позволяет обеспечить однэтапность процедуры и дает хороший косметический эффект.

- \* «Ятаган» не имеет зарубежных аналогов. Предназначена для проведения хирургических операций переднего отдела глаза. Позволяет лечить глаукому и катаракту, не нарушая целостности наружных оболочек глаза. В установке используется импульсный лазер на рубине. Энергия излучения, содержащаяся в серии из нескольких световых импульсов, составляет от 0,1 до 0,2 Дж. Длительность отдельного импульса от 5 до 70 нс., интервал между импульсами от 15 до 20 мкс. Диаметр лазерного пятна от 0,3 до 0,5 мм
- \* \_Аргоновый лазер модели ARGUS фирмы Aescular Meditek (Германия) для офтальмологии, применяемый для фотокоагуляции сетчатки глаза.
- \* \_Лазерная хирургическая установка «Скальпель 1» применяется при операциях на органах желудочно-кишечного тракта, при остановке кровотечений из острых язв желудочно-кишечного тракта, при кожно-пластических операциях, при лечении гнойных ран, при гинекологических операциях. Использован CO<sub>2</sub> лазер непрерывного излучения с мощностью на выходе из световода 20 Вт.

«Техкон» разработал аппарат лазерной терапии «Альфа 1М» Как сообщается на сайте производителя, установка эффективна при лечении артрозов, нейродермитов, экземы, стоматитов, трофических язв, послеоперационных ран и пр. Сочетание двух излучателей - непрерывного и импульсного - дает большие возможности для лечебных и исследовательских работ. Встроенный фотометр позволяет устанавливать и контролировать мощность облучения. Дискретная установка времени и плавная установка частоты импульсов облучения удобны для эксплуатации аппарата.

\* Лазеры применяются в онкологии:

- \* \_В онкологии было замечено, что лазерный луч оказывает разрушающее действие на опухолевые клетки. Механизм разрушения основан на термическом эффекте, вследствие которого возникает разность температур между поверхностными и внутренними частями объекта, приводящая к сильным динамическим эффектам и разрушению опухолевых клеток.
- \* Сегодня также очень перспективно такое направление, как фотодинамическая терапия. Появляется множество статей о клиническом применении данного метода. Суть его состоит в том, что в организм пациента вводят специальное вещество - фотосенсибилизатор. Это вещество избирательно накапливается раковой опухолью. После облучения опухоли специальным лазером происходит серия фотохимических реакций с выделением кислорода, который убивает раковые клетки.

## \* Применение лазеров в дерматологии.

В дерматологии с помощью лазерного излучения лечат многие тяжёлые и хронические заболевания кожи, а также выводят татуировки. При облучении лазером активируется регенеративный процесс, происходит активация обмена клеточных элементов [4].

\* Основной принцип применения лазеров в косметологии заключается в том, что свет воздействует только на тот объект или вещество, которое поглощает его. В коже свет поглощается особыми веществами - хромофорами. Каждый хромофор поглощает в определенном диапазоне длин волн, например, для оранжевого и зеленого спектра это гемоглобин крови, для красного спектра - меланин волос, а для инфракрасного спектра - клеточная вода.



## \* Внутривенное облучение крови

- \* \_Одним из способов воздействия лазерным излучением на организм является внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК), которое в настоящее время успешно используется в кардиологии, пульмонологии, эндокринологии, гастроэнтерологии, гинекологии, урологии, анестезиологии, дерматологии и других областях медицины. Глубокая научная проработка вопроса и прогнозируемость результатов способствуют применению ВЛОК как самостоятельно, так и в комплексе с другими методами лечения.
- \* (0,63 мкм) мощностью 1,5-2 мВт. Лечение проводят ежедневно или через день; на курс от 3 до 10 сеансов. Время воздействия при большинстве заболеваний 15-20 мин за сеанс для взрослых и 5-7 мин для детей. Внутривенная лазерная терапия может быть осуществлена практически в любом стационаре или поликлинике. Преимуществом амбулаторной лазеротерапии является уменьшение возможности развития внутрибольничной инфекции, создается хороший психоэмоциональный фон, позволяя больному на протяжении длительного времени сохранять работоспособность, проводя при этом процедуры и получая полноценное лечение.

- \* Применение лазеров в неврологии
- \* Светоукалыванием лечат различные заболевания нервной и сосудистой системы, снимают боли при радикулите, регулируют кровяное давление и т.п. Лазер осваивает все новые и новые медицинские профессии. Лазер лечит мозг. Этому способствует активность видимого спектра излучения низкоинтенсивных гелий-неоновых лазеров. Лазерный луч, как оказалось, способен обезболить, успокаивать и расслаблять мышцы, ускорять регенерацию тканей. Множество лекарств, обладающих аналогичными свойствами, назначают обычно больным, перенесшим черепно-мозговую травму, которая дает чрезвычайно запутанную симптоматику. Луч лазера сочетает в себе действие всех необходимых препаратов. В этом убедились специалисты из ЦНИИ рефлексотерапии Минздрава СССР и НИИ нейрохирургии им. К. Н. Бурденко АМН СССР

## \* Используемая литература

- \* 1. Захаров В.П., Шахматов Е.В. Лазерная техника: учеб. пособие. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. - 278 с.
- \* 2. Справочник по лазерной технике. Пер. с немецкого. М., Энергоатомиздат, 1991. - 544 с.
- \* 3. Жуков Б.Н., Лысов Н.А., Бакуцкий В.Н., Анисимов В. И. Лекции по лазерной медицине: Учебное пособие. - Самара: СМИ, 2011. - 52 с.
- \* 4. Применение лазерной хирургической установки «Скальпель-1» для лечения стоматологических заболеваний. - М.: Министерство здравоохранения СССР, 1999. - 4 с.
- \* 5. Канюков В.Н., Терегулов Н.Г., Винярский В.Ф., Осипов В.В. Развитие научно-технических решений в медицине

*\*Спасибо за  
внимание!!!*