

# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕДИЦИНСКОЙ РАДИОЛОГИИ

ИЗЛУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В  
РАДИОЛОГИИ, ИХ  
БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ

Асс. Иванова Ольга Витальевна

# МЕДИЦИНСКАЯ РАДИОЛОГИЯ

ОБЛАСТЬ МЕДИЦИНЫ,  
РАЗРАБАТЫВАЮЩАЯ ТЕОРИЮ И  
ПРАКТИКУ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ В  
МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЯХ

День рождения медицинской радиологии  
**8 ноября 1895 года**

# МЕДИЦИНСКАЯ РАДИОЛОГИЯ ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ:

- ЛУЧЕВУЮ ДИАГНОСТИКУ  
(ДИАГНОСТИЧЕСКУЮ РАДИОЛОГИЮ)
  
- ЛУЧЕВУЮ ТЕРАПИЮ  
(РАДИАЦИОННУЮ ТЕРАПИЮ)

# ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА

НАУКА О ПРИМЕНЕНИИ ИЗЛУЧЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИИ НОРМАЛЬНЫХ И ПАТОЛОГИЧЕСКИ ИЗМЕНЕННЫХ ОРГАНОВ И СИСТЕМ ЧЕЛОВЕКА С ЦЕЛЮ ПРОФИЛАКТИКИ И РАСПОЗНАВАНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ.

ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ:

1. РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКУ
2. РАДИОНУКЛИДНУЮ ДИАГНОСТИКУ
3. УЛЬТРАЗВУКОВУЮ ДИАГНОСТИКУ
4. МАГНИТНО – РЕЗОНАНСНУЮ ВИЗУАЛИЗАЦИЮ
5. ИНТЕРВЕНЦИОННУЮ РАДИОЛОГИЮ
6. ТЕРМОГРАФИЮ
7. СВЧ – ТЕРМОМЕТРИЮ
8. МАГНИТНО – РЕЗОНАНСНУЮ СПЕКТРОМЕТРИЮ

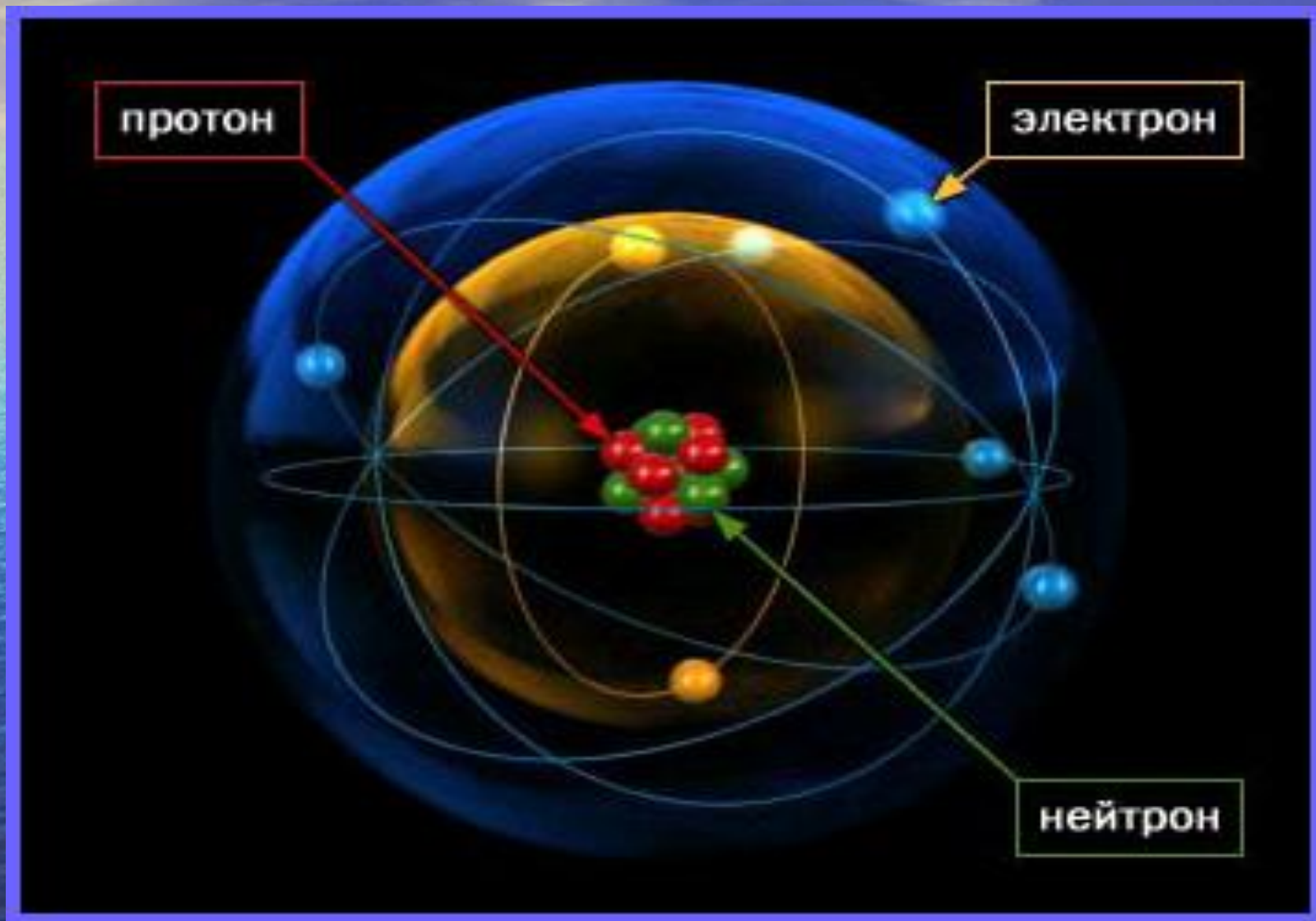
# ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ

- *НАУКА О ПРИМЕНЕНИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ*
- *ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ - ВАЖНЕЙШАЯ СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ МНОГИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ*

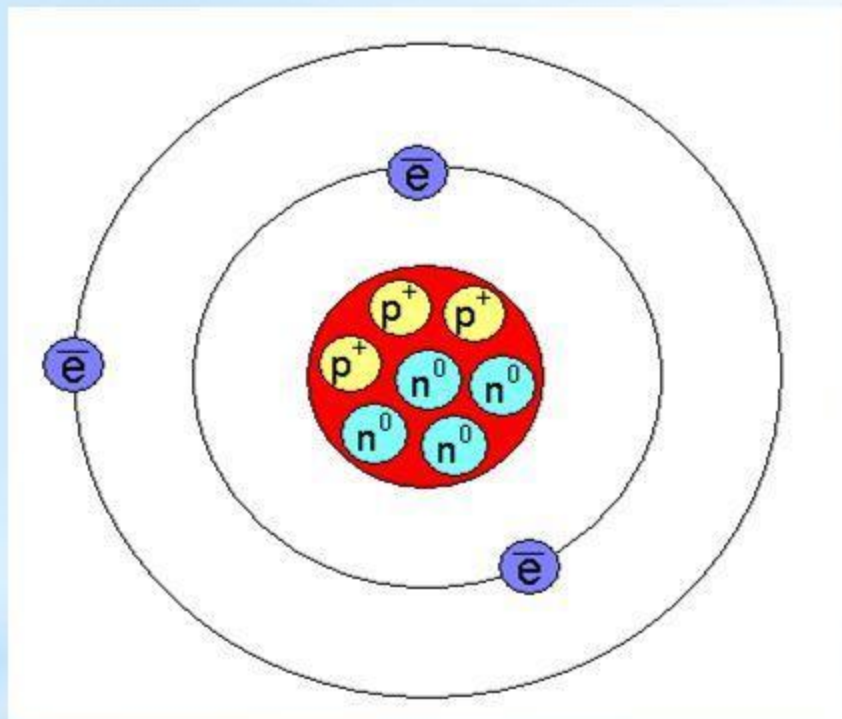
# АТОМ

- Состоит из
  - атомного ядра
  - электронов
- Атомное ядро состоит из
  - протонов
  - нейтронов
- Каждой орбите электрона соответствует свой уровень энергии
- Электрон может перейти на другой энергетический уровень, поглотив или излучив фотон

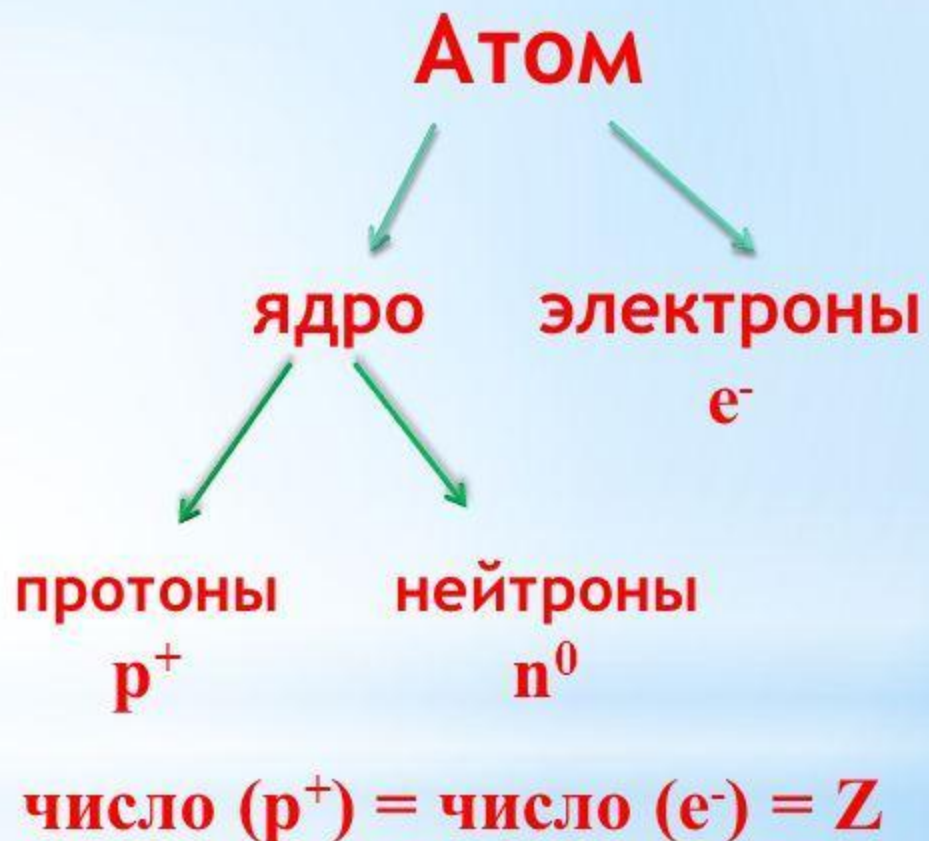
# АТОМ



# Современная модель атома



Строение атома лития



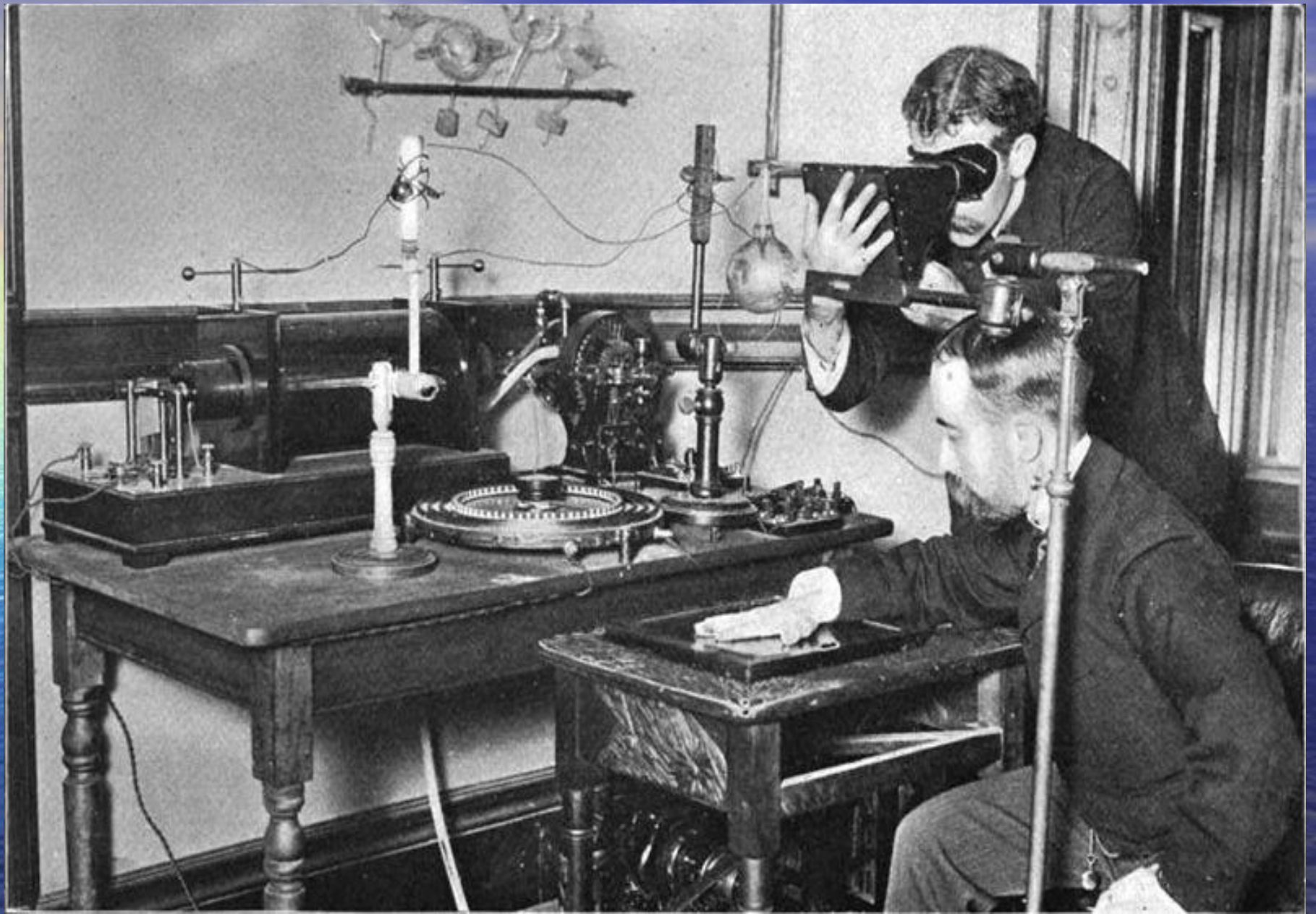


# День рождения медицинской радиологии – 8 ноября 1895 года

- В этот день в физической лаборатории университета в г. Вюрцбург профессор Вильгельм Конрад Рентген открыл новое излучение (X – лучи, рентгеновские лучи)
- В 1901 году Рентгену присуждена Нобелевская премия по физике

# Вильгельм Конрад Рентген





# Рентгеновское излучение

- представляет собой **поток квантов** (фотонов), распространяющихся со скоростью света (300 000 км/час)
- занимает область электромагнитного спектра между гамма - и ультрафиолетовым излучением
- энергия кванта измеряется в джоулях (Дж)
- На практике часто используется внесистемная единица – электрон – вольт (это энергия , которую приобретает электрон, пройдя в электрическом поле разность потенциалов в 1 Вольт)

# Рентгеновское излучение

- **Тормозное излучение** — возникает при торможении быстрых электронов в электрическом поле атомов вещества. Имеет непрерывный спектр, зависящий от анодного напряжения на рентгеновской трубке.
- **Характеристическое** – при перестройке внутренних оболочек атомов

# Свойства рентгеновских лучей

- **Проникающая способность**

Зависит от длины волны - чем короче длина волны, тем выше проникающая способность. В зависимости от этого выделяют жесткие, средние и мягкие лучи.

- **Поглощение** – способность задерживать рентгеновские лучи, чем плотнее ткань, тем выше поглощение

- **Ионизирующее действие** - способность вызывать распад нейтральных атомов на ионы («-» и «+» заряженные частицы)

# Свойства рентгеновских лучей

- **Флюоресцирующее** - способность вызывать свечение ряда химических соединений (люминофоров)
- **Фотохимическое действие** – способность разлагать галоидные соединения серебра, в т.ч. в фотоэмульсиях. Вследствие этого стала возможна рентгенография.
- **Образование вторичного излучения**
- **Биологическое действие**

# Естественная радиоактивность

- открыта Анри Беккерелем («урановые лучи»)
- «урановые лучи» - это смесь излучений (Резерфорд)
- в состав «урановых лучей» входит
  - альфа – излучение
  - бетта – излучение
  - гамма – излучение

**Естественные радиоактивные вещества** – элементы, способные к самопроизвольному распаду – уран, радий, торий, полоний и т.д.



# Альфа - излучение

- Альфа – частица – это как бы голое ядро атома гелия, состоящее из двух протонов и двух нейтронов, имеет положительный заряд и большую атомную массу (4 атомные единицы массы)
- Возникает при альфа – распаде естественных радиоактивных элементов
- В тканях человека альфа-частицы пробегают лишь несколько десятков микрон

# Бетта - излучение

- бетта – частица – электрон или позитрон, обладающие одним электрическим зарядом
- масса бетта – частицы невелика
- в мягких тканях человека распространяется всего на несколько миллиметров

# Гамма - излучение

- Электромагнитное излучение, испускаемое при радиоактивном распаде и ядерных реакциях
- Спектр дискретный
- Высокая проникающая способность и выраженное биологическое действие

# Искусственная радиоактивность

- Открыта супругами Кюри при облучении альфа – частицами различных элементов
- Искусственные радиоактивные элементы – новые химические элементы, рождающиеся при облучении альфа – частицами ряда элементов и обладающие радиоактивностью
- Циклотрон – один из основных источников получения искусственных радиоактивных элементов, генерации электромагнитных излучений высоких энергий

# излучения, используемые в медицине

**1. Неионизирующие** – при взаимодействии со средой не вызывают распад на противоположно заряженные частицы т.е. ионы

**2. Ионизирующие** — ионизируют атомы окружающей среды

# неионизирующее излучение

**тепловое** (инфракрасное) – электромагнитное излучение с длиной волны в диапазоне от 0,76 до 1000мкм.

**резонансное**

**ультразвуковое** (условно) – в медицинской диагностике применяют УЗ частотой от 0,8 до 15 млн герц

# Ионизирующее излучение

---

- **квантовые** (состоят из фотонов)

- *тормозное*



*гамма – излучение*

- **корпускулярные** (состоят из частиц)

# Биологическое действие излучений

- **Ионизация** или возбуждение атомов биосистем
- **Радиационно – химический процесс** – возникновение свободных радикалов и перекисей в результате взаимодействия ионизированных атомов и молекул между собой или с окружающими атомами
- **Нарушение расположения, структуры и биохимии клеток**
- **Поражение ядерных структур, дистрофические изменения, радиационные мутации**
- **Нарушение деятельности различных систем организма**



## Биологическое действие излучений

- определяется величиной поглощенной дозы и распределением её в теле человека
- **Доза** — величина энергии, поглощенной в единице массы облучаемого вещества
- **Поглощенная доза** — отношение средней энергии, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объёме, к массе вещества в этом объёме (1 Грей = 1 Дж/кг)
- **Мощность дозы** — величина энергии, поглощенной в единице массы облучаемого вещества в единицу времени (доза в единицу времени)
- **Радиочувствительность** — определяется выраженностью лучевого повреждения клеток и тканей и способностью их к восстановлению после облучения

# Единицы измерения

- **1 Зиверт (1 Зв)** — доза ионизирующего излучения любого вида, производящая биологическое воздействие, как и доза рентгеновского излучения в 1 грей.
- **1 грэй (грей)** - единица поглощённой дозы поглощённой дозы ионизирующего излучения поглощённой дозы ионизирующего излучения в Международной системе единиц (СИ). Поглощённая доза равна одному грею, если в результате поглощения ионизирующего излучения вещество получило один джоуль энергии в расчёте на один килограмм массы.  
1 Гр = 100 рад
- **1 беккерель (1 Бк)** — единица активности радионуклида (СИ)
- **1 Кюри (1 Ки)** — 3,7 – 10 ядерных превращений в 1 секунду  
1 Бк = 0,027 нКи

## Источники ионизирующего излучения, применяемые в радиологии

- Рентгеновская трубка
- Радиоактивные нуклиды
- Ускорители заряженных частиц

# Рентгеновская трубка

- Вакуумный стеклянный сосуд с двумя впаянными электродами – катодом и анодом

**Катод** — тонкая вольфрамовая спираль, вокруг которой при ее нагревании образуется облако свободных электронов (термоэлектронная эмиссия)

**Анод** — электрод, на котором фокусируются электроны, которые разгоняются под действием высокого напряжения, и который вращается с огромной скоростью

# Ускорители заряженных частиц

- - это установки для получения заряженных частиц высоких энергий с помощью электрического поля, в т.ч. радиоактивных нуклидов
- Управление частицами осуществляется магнитным полем (реже электрическим)
- В зависимости от траектории движения частиц:
  - - циклические ускорители
  - - линейные ускорители
- В зависимости от характера частиц
  - - ускорители электронов
  - - ускорители тяжелых частиц – протонов и др.

# Радиоактивные нуклиды

- Радионуклиды получают в атомных реакторах, на ускорителях заряженных частиц или с помощью генераторов радионуклидов
- В радионуклидной диагностике ускорители применяют для получения радионуклидов с коротким и ультракоротким периодом полураспада

# Радиационная безопасность

- Федеральный закон от 9 января 1996 года № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»
- Федеральный закон от 30 марта 1999 года № 52-ФЗ «О санитарно – гигиеническом благополучии населения»
- СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгенологических кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»





Всякое лучевое исследование должно быть  
оправданно, т.е. его следует проводить  
строго по показаниям

Необходимо строгое соблюдение правил  
радиологического обследования больных

Все сотрудники, пациенты должны быть  
защищены от действия ионизирующего  
излучения

Защита – совокупность устройств и мероприятий, предназначенных для снижения физической дозы облучения, воздействующей на человека, ниже предельно допустимой дозы

- Правильное расположение рентгеновских кабинетов, рациональное расположение рабочих мест персонала (защита расстоянием)
- Наличие стационарных и нестационарных средств защиты
- Использование индивидуальных средств защиты
- Строгий радиационный контроль

## Категории облучаемых лиц

- Группа А – лица, непосредственно работающие с техногенными источниками
- Группа Б – лица, которые в связи с условиями работы находящиеся в сфере их воздействия
- Группа В – все остальное население

**Спасибо за внимание**



# Методы и средства лучевой диагностики

Асс. О. Иванова

2016г

# Методы лучевой диагностики

- Рентгенологический метод
  - Радионуклидный метод
- Магнитно – резонансный метод
  - Ультразвуковой метод

# Рентгенологический метод

- это способ изучения строения и функции различных органов и систем, основанный на количественном и качественном анализе пучка рентгеновского излучения, прошедшего через тело человека.

# Рентгенологические аппараты

- универсальные (общего назначения) – позволяют выполнять рентгенологическое исследование всех частей тела
  - специального назначения (специализированные) – предназначены для выполнения исследований в неврологии, стоматологии, маммологии, проведении массовых исследований (флюорограф) и т.д.

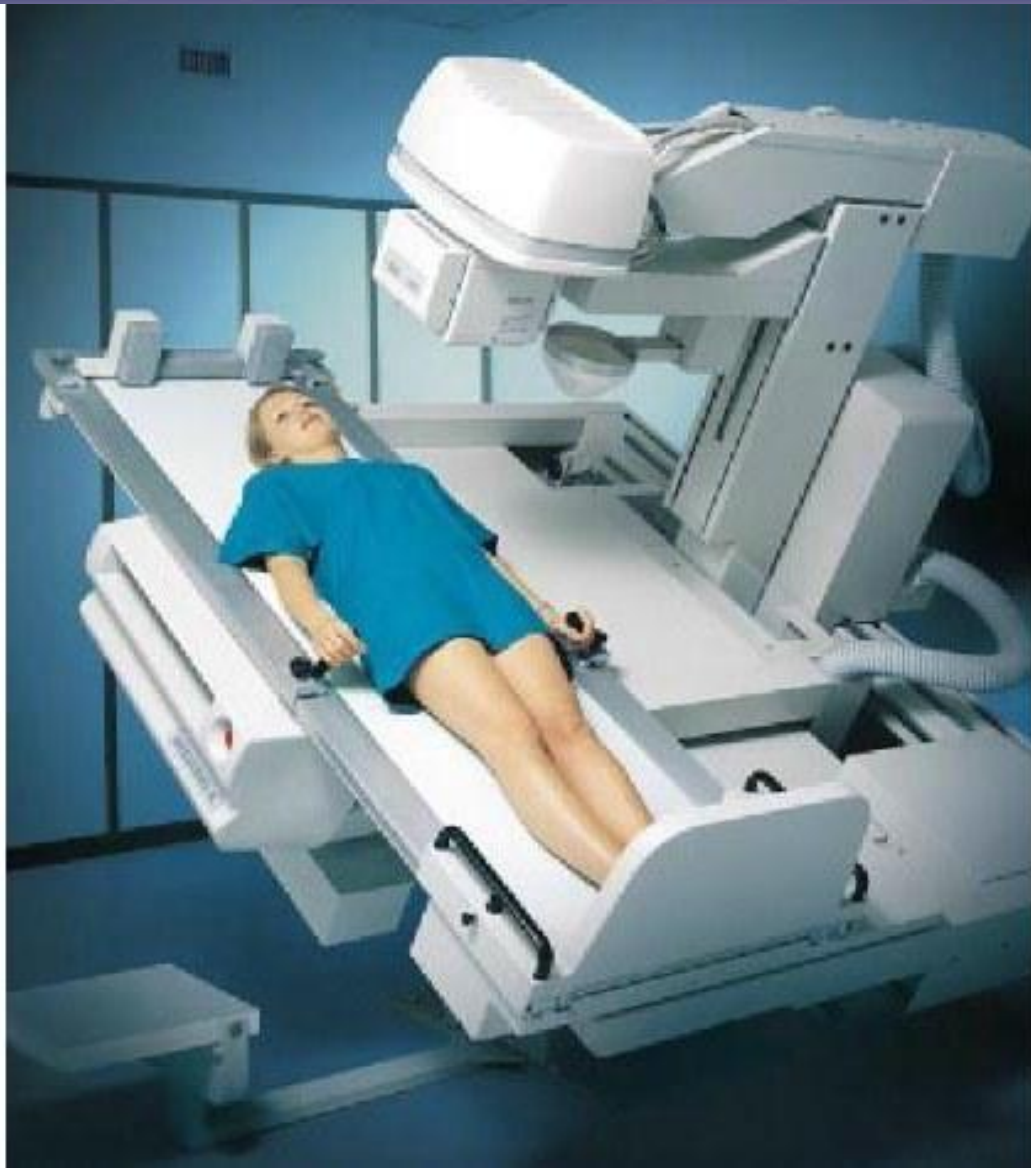


# Рентгенологические аппараты



# Рентгенологические аппараты специального назначения





# Рентгеновский аппарат (ТИПОВОЙ)

- В состав аппарата входит:
  - Питающее устройство
  - Рентгеновская трубка (излучатель)
  - Устройство для коллимации пучка
  - Рентгеноэкспонометр
  - Приемники излучения
    - Методы:
      - 1. Аналоговый
      - 2. Цифровой

# Рентгеновская трубка

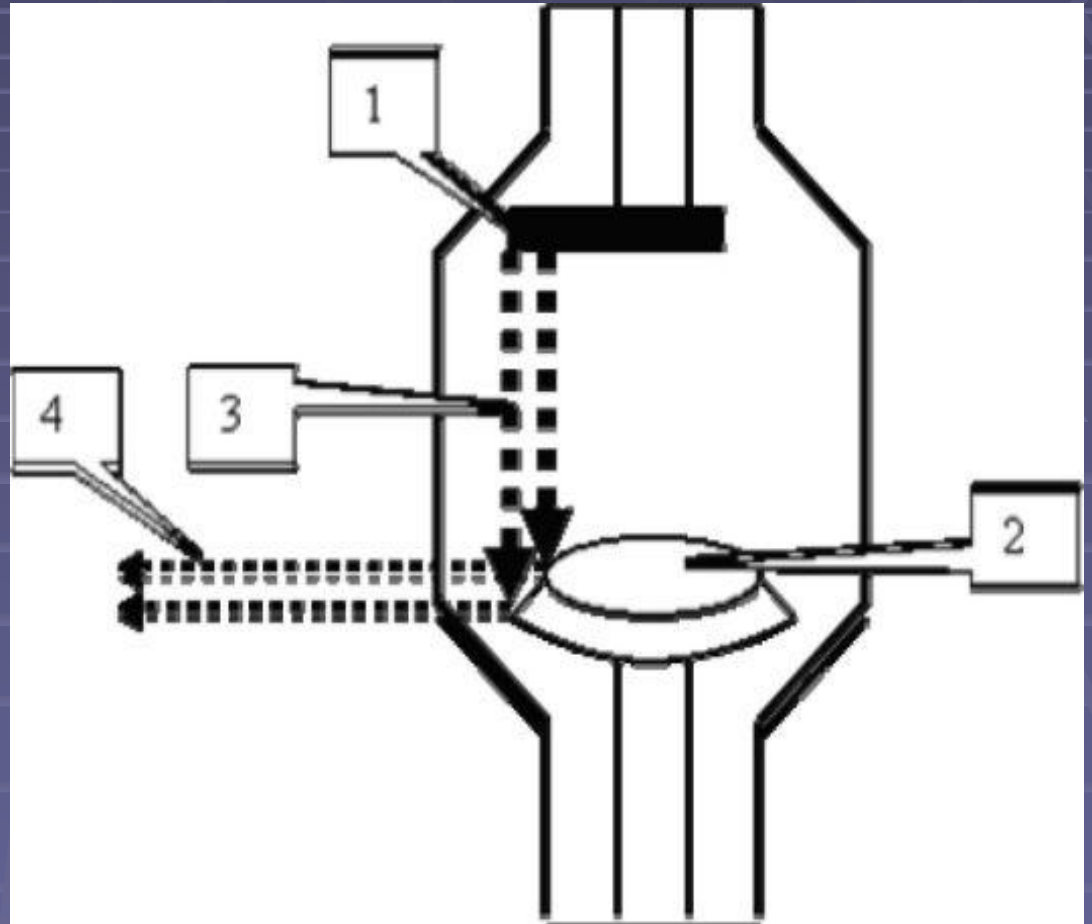
- Вакуумный стеклянный сосуд с двумя впаянными электродами – катодом и анодом

*Катод — тонкая вольфрамовая спираль, вокруг которой при ее нагревании образуется облако свободных электронов (термоэлектронная эмиссия)*

*Анод — электрод, на котором фокусируются электроны, которые разгоняются под действием высокого напряжения, и который вращается с огромной скоростью*

# Схема строения рентгеновской трубки

- 1 – катод
- 2 – анод
- 3 – ПОТОК электронов
- 4 – рентген-излучение



# Рентгенография

способ рентгенологического исследования, при котором фиксированное рентгеновское изображение объекта получают на твердом носителе, в подавляющем большинстве случаев на **рентгеновской пленке**

# Рентгеновская пленка

## Многослойная

1 слой – защитный

2 слой – эмульсионный (соединение серебра + желатин)

3 слой – склеивающий

4 слой – слой основы (полиэтилен)

5 слой – противореольный (повышает четкость изображения)

### Может быть:

1. **Односторонняя** – для маммографии

2. **Двусторонняя** – эмульсионный слой с 2 – х сторон, что позволяет снизить рентген-нагрузку



# Усиливающие экраны

Содержат люминофор, который под действием рентгеновского излучения светится и, воздействуя на пленку, усиливает его фотохимическое действие, что позволяет уменьшить экспозицию, а значит радиационное облучение пациента.

По назначению:

1. Стандартные
2. Мелкозернистые (остеология)
3. Скоростные (исследование движущихся объектов – сердце)

# Рентгенограммы

1. **Обзорные** – снимок части тела (голова, таз) или целого органа (легкие, желудок)
2. **Прицельные** – снимки с изображением части органа в проекции, оптимальной для исследования
3. **С прямым увеличением** (травматология и ортопедия)

Могут быть:

1. **Одиночные**
2. **Серийные** – несколько рентгенограмм в течении одного исследования

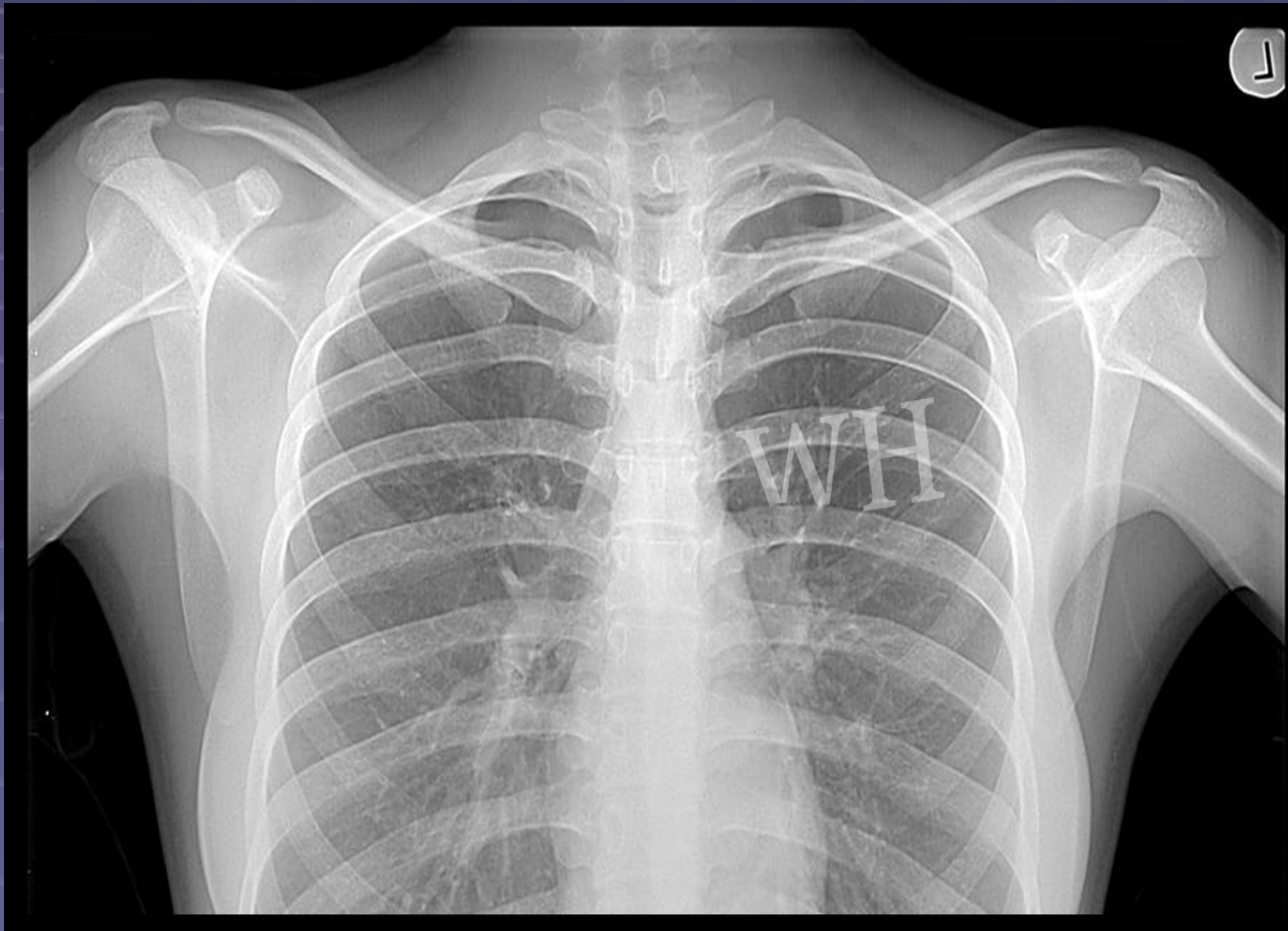
# Усиливающие экраны

Содержат люминофор, который под действием рентгеновского излучения светится и, воздействуя на пленку, усиливает его фотохимическое действие, что позволяет уменьшить экспозицию, а значит радиационное облучение пациента.

По назначению:

1. Стандартные
2. Мелкозернистые (остеология)
3. Скоростные (исследование движущихся объектов – сердце)

# Рентгенограмма грудной клетки



# Основное правило рентгеновского исследования

Рентгенограммы любой части тела (органа) должны быть выполнены как минимум в двух взаимно перпендикулярных проекциях – прямой и боковой

# Искусственное контрастирование органов

**1-й способ контрастирования** – прямое механическое введение контрастного вещества в полость органа (пищевод, желудок, матка, кишечник, кровеносные сосуды и т.д.)

**2-й способ контрастирования** – введение контрастного вещества в кровеносное русло – исследование мочевыделительной системы, желчных путей

# Контрастные вещества

Вещества, поглощающие рентгеновское излучение сильнее или, наоборот, слабее, чем мягкие ткани, и тем самым создающие достаточный контраст с исследуемыми органами.

Выделяют:

1. **Рентгенпозитивные** контрастные вещества (на основе бария, йода)
2. **Рентгеннегативные** контрастные вещества (газы)

# Контрастные вещества

1. **Препараты сульфата бария** – водная взвесь сульфата бария (исследование пищеварительного тракта)
2. **Йодсодержащие растворы органических соединений** – урографин, тразограф, триомбраст и т.д.  
Выполняется контрастирование кровеносных сосудов, полостей сердца. Могут использоваться для исследования мочеполовой системы
3. **Иодированные масла** – липоидол. Используются при исследовании бронхов, полости матки, свищей.
4. **Газы** – закись азота (полости тела, клетчаточные пространства), углекислый газ (кровь), воздух (пищеварительный тракт)



# Неионные контрастные вещества

1. Мономеры – омнипак, ультравист и др.
2. Димеры – йодиксанол, йотролан



**Рис. 25.** Пептическая язва в наддиафрагмальном сегменте пищевода. На уровне язвы пищевод сужен.





**Результаты  
гистеросальпингографии  
в норме:**

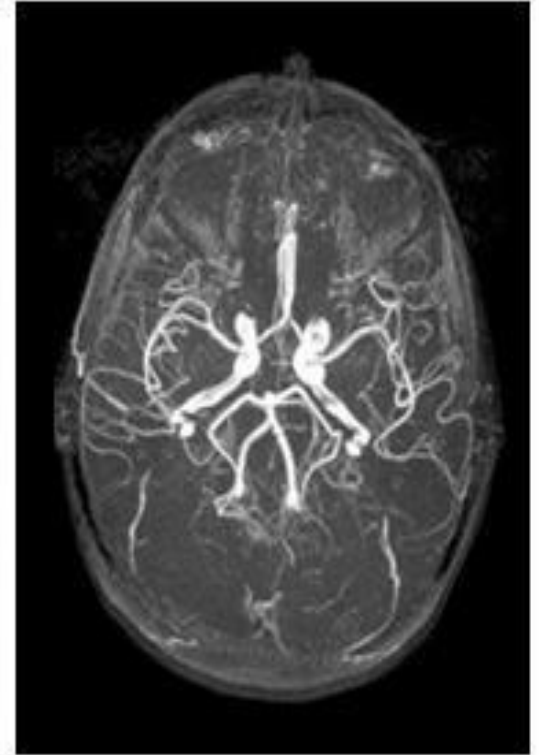
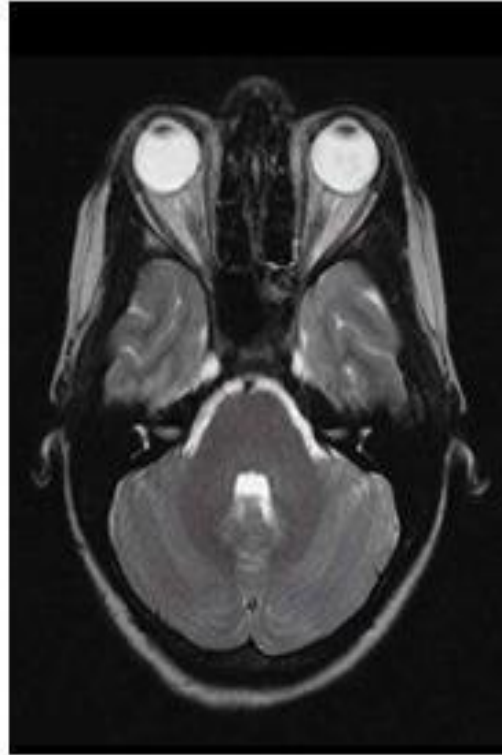
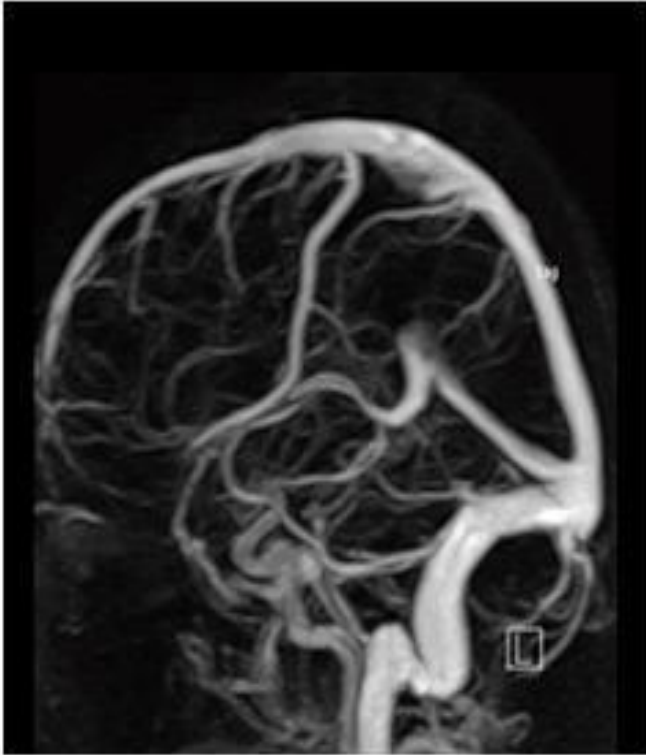
виден треугольник - матка и  
«ниточки» - маточные трубы. На концах ниточек следы  
вылившегося контрастного вещества



**Результаты  
гистеросальпингографии  
при непроходимости  
маточных труб:**

виден только треугольник - матка,  
не видны маточные трубы

# Исследование головного мозга



# Цифровые (дигитальные) способы получения рентгеновского изображения

- Электронно – оптическая цифровая рентгенография
- Сканирующая цифровая рентгенография
- Цифровая люминесцентная рентгенография
- Цифровая селеновая или силиконовая рентгенография (прямая цифровая рентгенография)

# Электронно – оптическая цифровая рентгенография



# сканирующая цифровая рентгенография

- Применяется техника сканирования объекта, т.е. последовательное «просвечивание» всех отделов объекта («зоны интереса») движущимся узким пучком рентгеновских лучей



# Цифровая люминисцентная рентгенография

1. Запоминающим устройством является люминесцентная пластина, способная сохранять скрытое изображение в течении нескольких минут
2. Пластина сканируется специальным лазерным устройством, возникающий световой поток преобразуется в цифровой сигнал

# Цифровая селеновая или силиконовая рентгенография (прямая цифровая рентгенография)

- Основана на прямом преобразовании энергии рентгеновских фотонов в свободные электроны при действии рентгеновского пучка на пластины из аморфного селена или полукристаллического силикона

# Преимущество цифровой рентгенографии

- Высокое качество изображения
- Пониженная лучевая нагрузка
- Возможность сохранять изображения на различных носителях
- Удобство хранения
- Возможность создания архивов с оперативным доступом к данным, передачей изображения на расстоянии

# Компьютерная томография



# *Радионуклидный метод исследования*

- Способ исследования функционального и морфологического состояния органов и систем с помощью радионуклидов и меченых ими индикаторов (радиофармацевтических препаратов – РФП)
- Радионуклидная визуализация – это создание картины пространственного распределения НАГ в органах и тканях при введении его в организм пациента

# Радиофармацевтические препараты

- Это разрешенное для введение человеку с диагностической целью химическое соединение, в молекуле которого содержится радионуклид.

Выделяют (по периоду полураспада):

1. Долгоживущие – несколько десятков дней
2. Среднеживущие – несколько дней
3. Короткоживущие – несколько часов
4. Ультракороткоживущие – несколько минут

# Приборы для радионуклидных диагностических исследований

Все приборы устроены по единому принципу:  
имеют **детектор**, преобразующий  
ионизирующее излучение в электрические  
импульсы, блок электронной обработки и блок  
представления информации

**Детектор** – чаще всего это сцинтиллятор, т.е.  
вещество, в котором под действием  
заряженных частиц или фотонов возникают  
световые вспышки (сцинтилляции), которые  
улавливаются фотоэлектронными  
умножителями и превращаются в  
электрические сигналы.

# Сцинтиграфия

получение анатомо – функционального изображения органов и тканей пациента посредством регистрации на гамма – камере излучения, испускаемого инкорпорированным радионуклидом

1. Статическая (один снимок)
2. Динамическая (серийная)



# виды послойной радионуклидной визуализации

**ОФЭТ** – однофотонная эмиссионная  
томография

**ПЭТ** – позитронная эмиссионная  
томография (изучение метаболизма,  
применение ультракороткоживущих  
радионуклидов)

# Ультразвуковой метод исследования

- Способ дистантного определения положения, формы, величины, структуры и движения органов и тканей, а также патологических очагов с помощью ультразвукового излучения
- Ультразвук упругое колебание среды с частотой, превышающей частоту колебания слышимых человеком звуков (свыше 20 кГц)







mysonu

#32 / 17cm  
C2-5/60BD / Res

06/08/0  
11:42:3

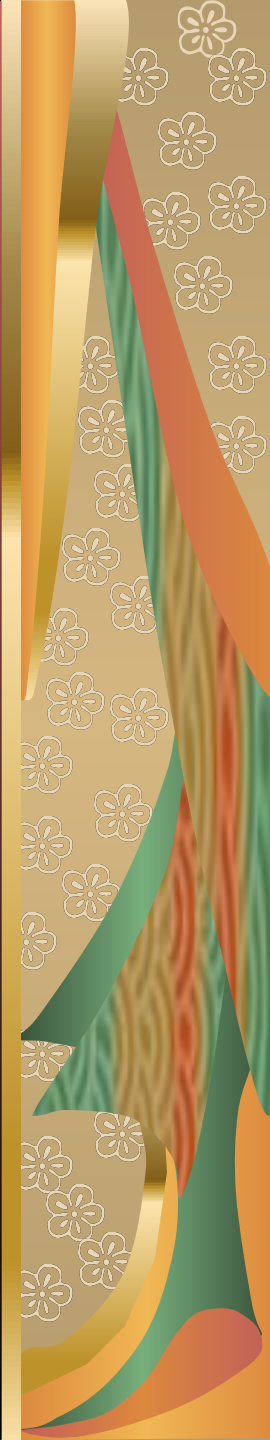


Sum	
N	52
F	50
G	50
FA	2
DR	60
RL	3

1] Prev

2] Next

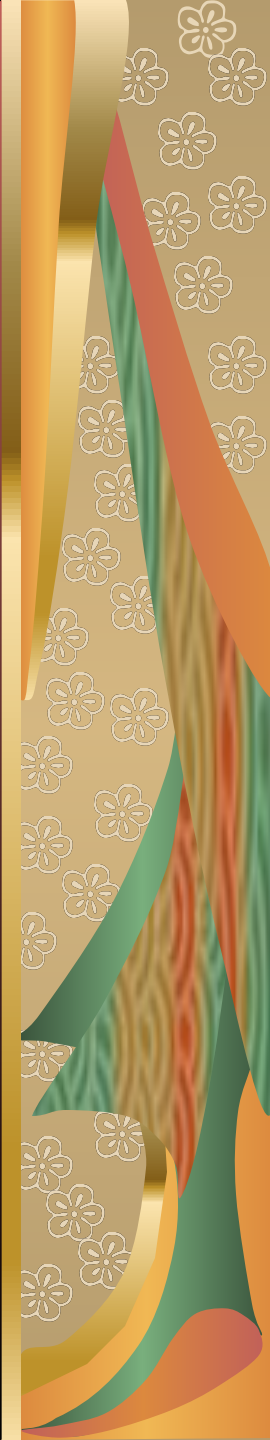
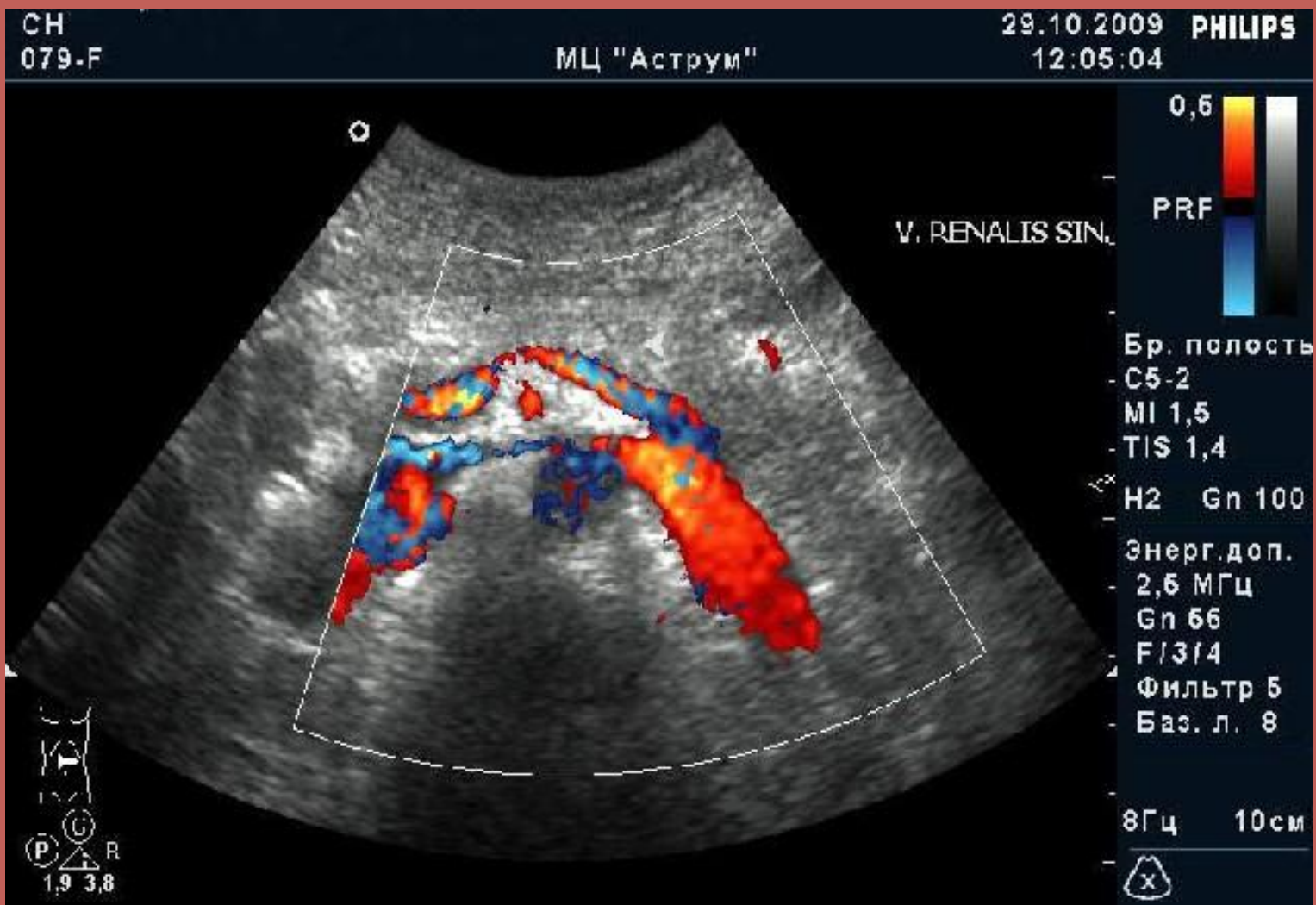
3] Auto



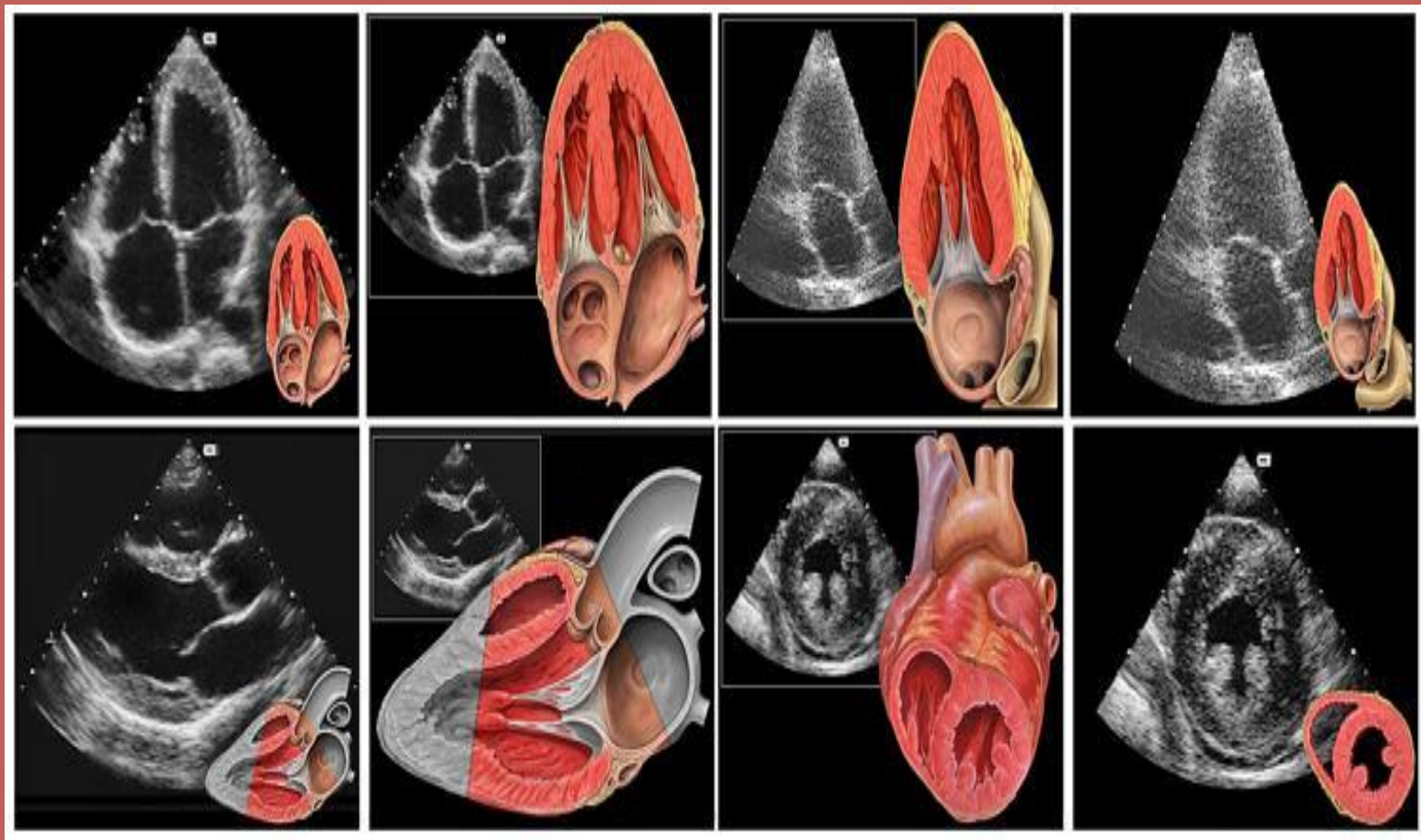
# УЗИ брюшной полости



# УЗИ аорты



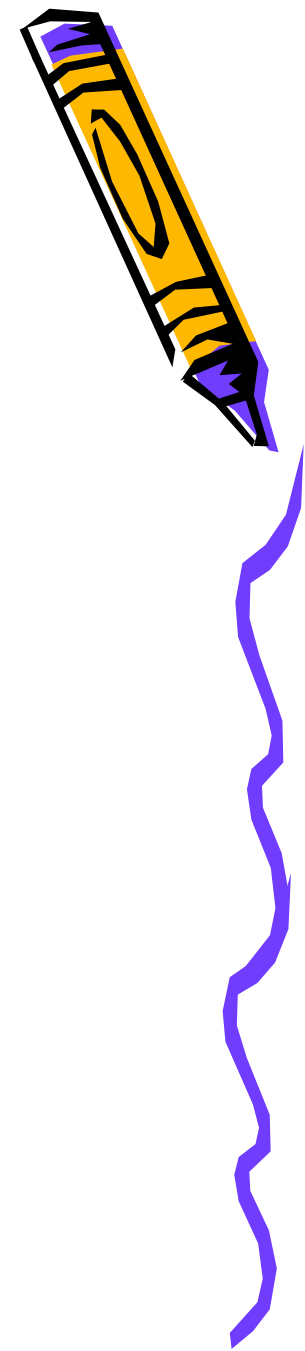
# УЗИ сердца











СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!

