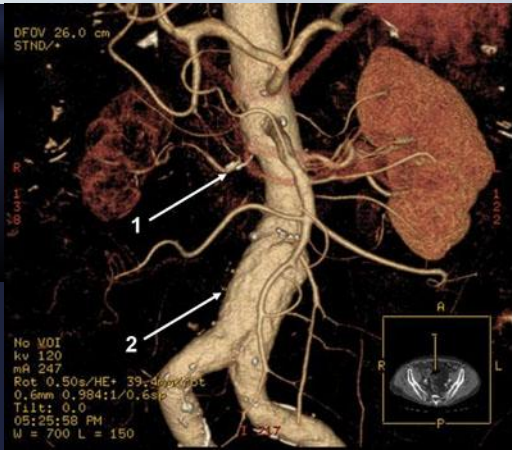
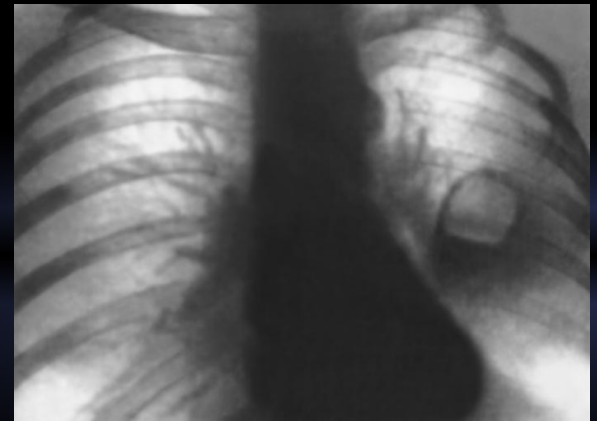


# Лучевая диагностика, методы лучевого исследования.



Лекция доцента Туманской  
Натальи Валериевны

# Лучевая диагностика

- наука о применении излучений для изучения строения и функции нормальных и патологически изменённых органов и систем человека в целях профилактики и распознавания болезней.

## ИЗЛУЧЕНИЯ

**неионизирующие:**

тепловое (инфракрасное)  
резонансное (МРТ)  
ультразвуковые волны

Не вызывают ионизации атомов

**ионизирующие:**

рентгеновское  
радиоактивные элементы

Вызывают ионизацию атомов!!!

# ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА

- рентгенология
- рентгеновская компьютерная томография
- радионуклидная диагностика (ядерная медицина)
- ультразвуковое сканирование (сонография)
- магнитно-резонансная томография
- интервенционная радиология

*Вильгельм Конрад*

*Рентген*

*(27.03.1845 - 10.02.1923)*

*профессор физики,  
ректор университета г.*

*Вюрцбурга,*

*в последующем директор  
Института Физики в г. Мюнхене*





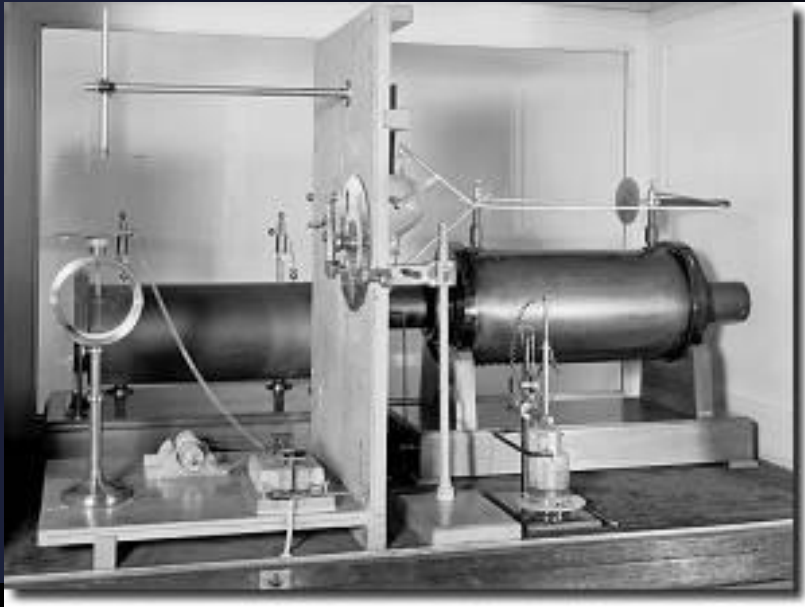
Фотография Альберта фон Колликера  
сделанная на лекции  
Вюрцбургского  
Физико-медицинского общества  
23 января 1896 года



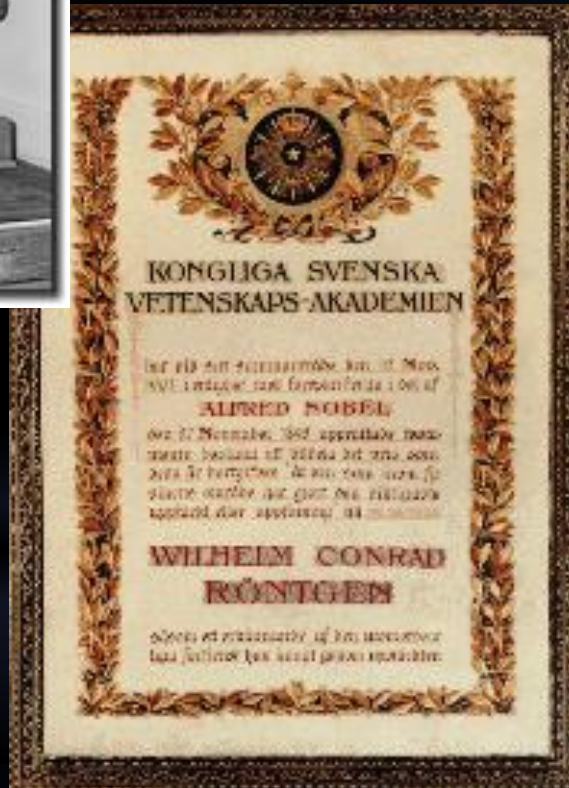
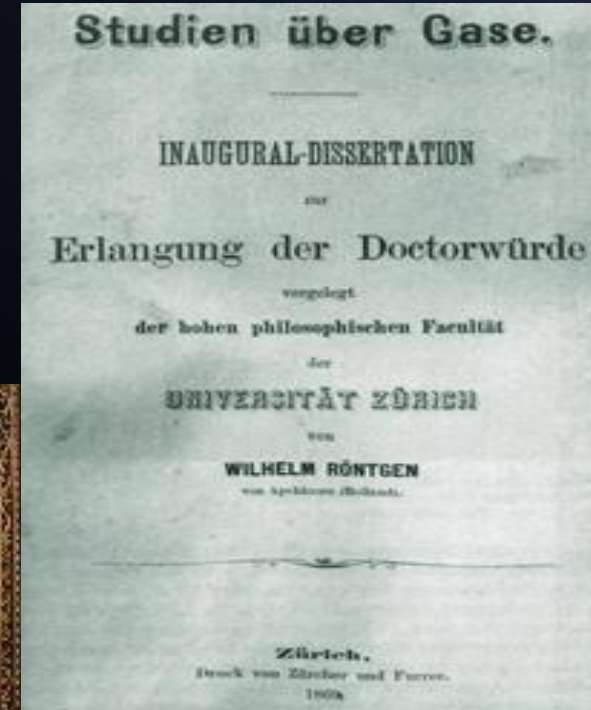
Фотография  
руки  
госпожи  
Рентген,  
сделанная  
22 декабря  
1895 года



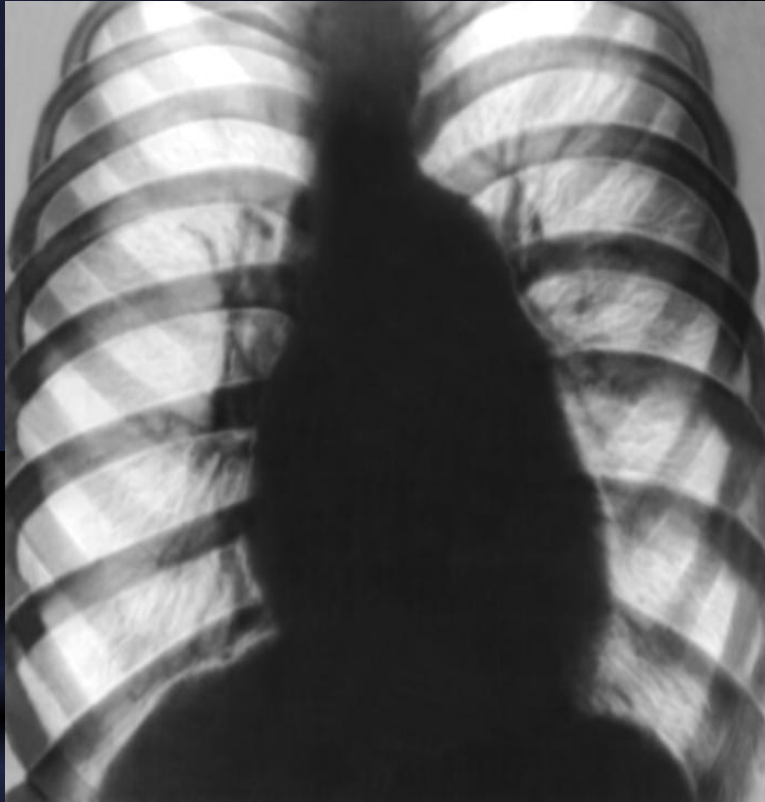
# Рентгеновское излучение (X-ray) открыто 8 ноября 1895 года



Рентгеновский  
экспериментальный  
аппарат

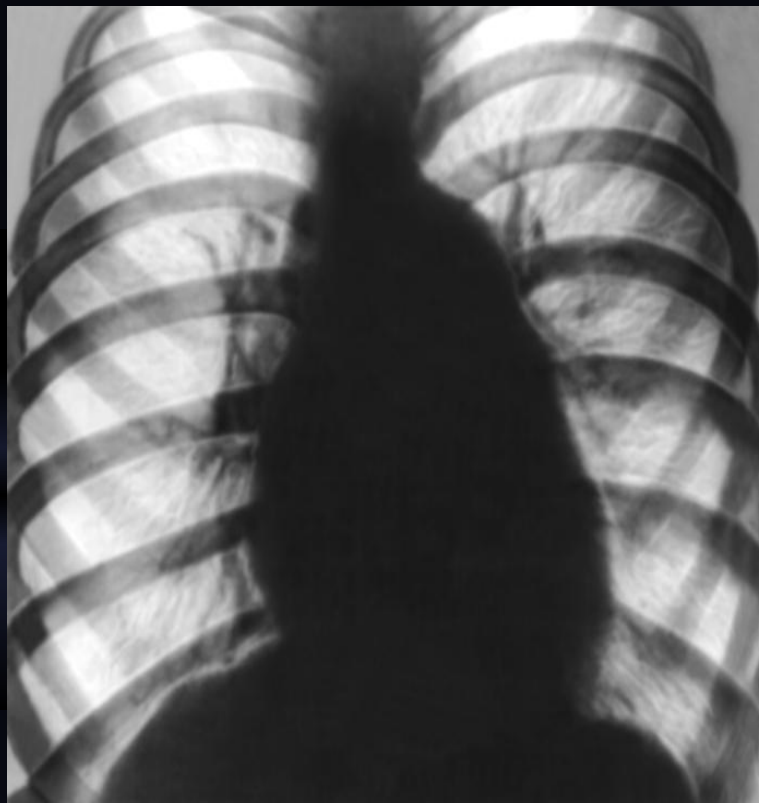


1901 г. -  
Нобелевская  
премия  
за открытие  
рентгеновского  
излучения

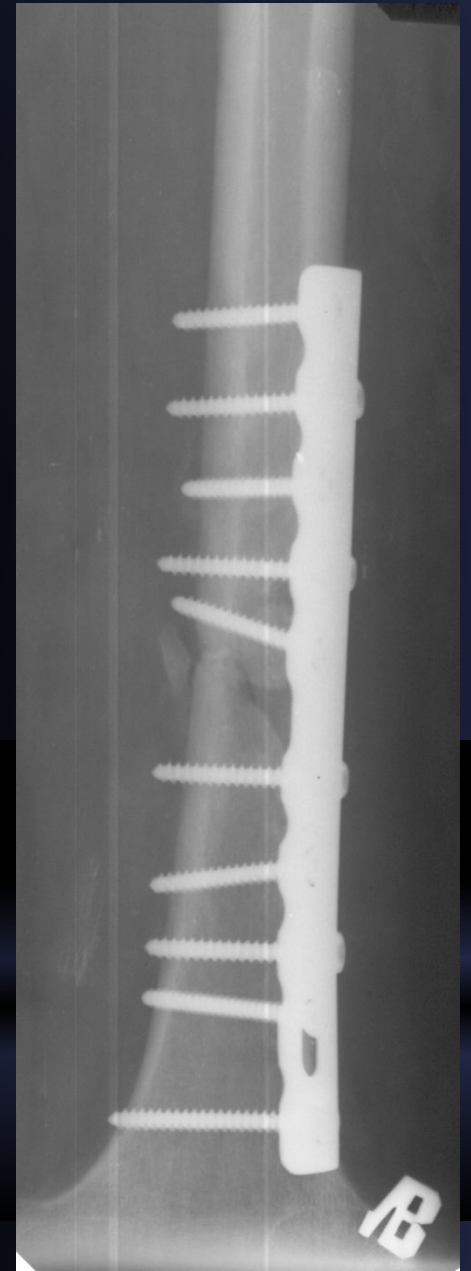


Рентгеновское  
изображение  
образуется в  
результате  
неоднородного  
ослабления  
(поглощения)  
рентгеновского  
излучения  
различными по  
плотности тканями

Диагностические изображения, получаемые методами медицинской визуализации – **аналоговые и цифровые**. Аналоговые изображения получают на специальной рентгенографической пленке или флюоресцирующих экранах с помощью методов классической рентгенодиагностики (рентгенографии, рентгеноскопии, флюорографии, линейной томографии) - рентгенограммы, сцинтиграммы, сонограммы.







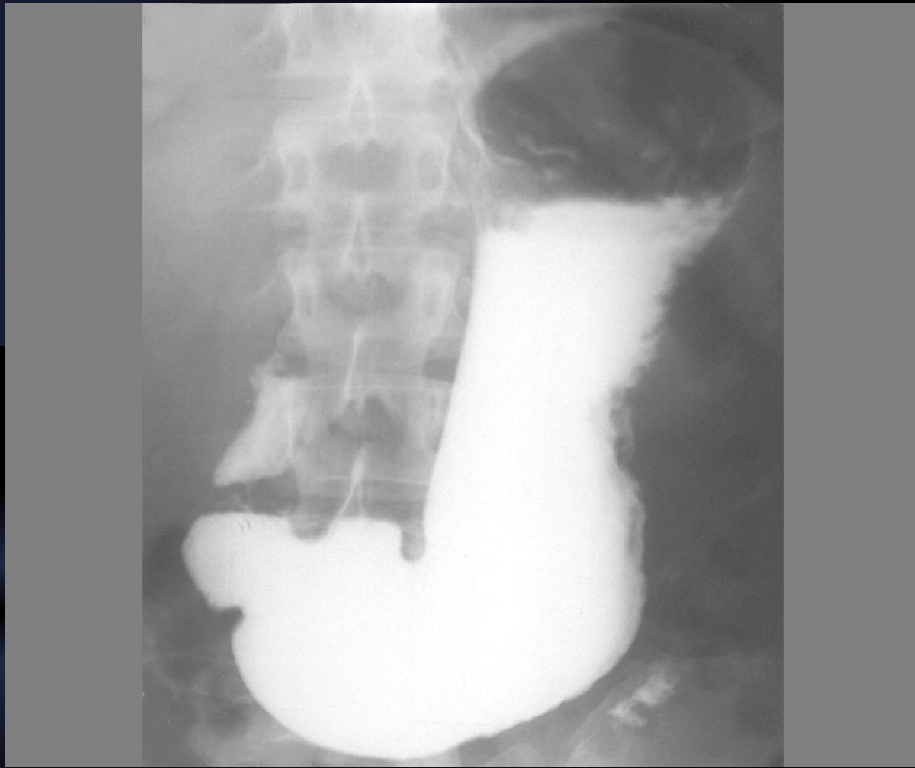
Естественное контрастирование  
основано на значительной,  
естественной разнице в  
плотности тканей исследуемого  
объекта

# Искусственное контрастирование –

использование рентгеноконтрастных веществ:

I. не ослабляющих рентгеновское излучение (газ)

II. ослабляющих рентгеновское излучение в большей степени, чем окружающие ткани ( $\text{BaSO}_4$ , йодсодержащие вещества)



Контрастирование желудка  
водной взвесью сульфата  
бария



Контрастирование артерий  
йодсодержащим КВ

## II. Ослабляющие рентгеновское излучение.

**1. Не содержащие йод** – водонерастворимые  
(сульфат бария –  $BaSO_4$ ).

### **2. Содержащие йод:**

- жирорастворимые (практически не используются);

- водорастворимые:

– ионные (урографин, гипак);

– неионные (ультравист, омнипак, визипак).



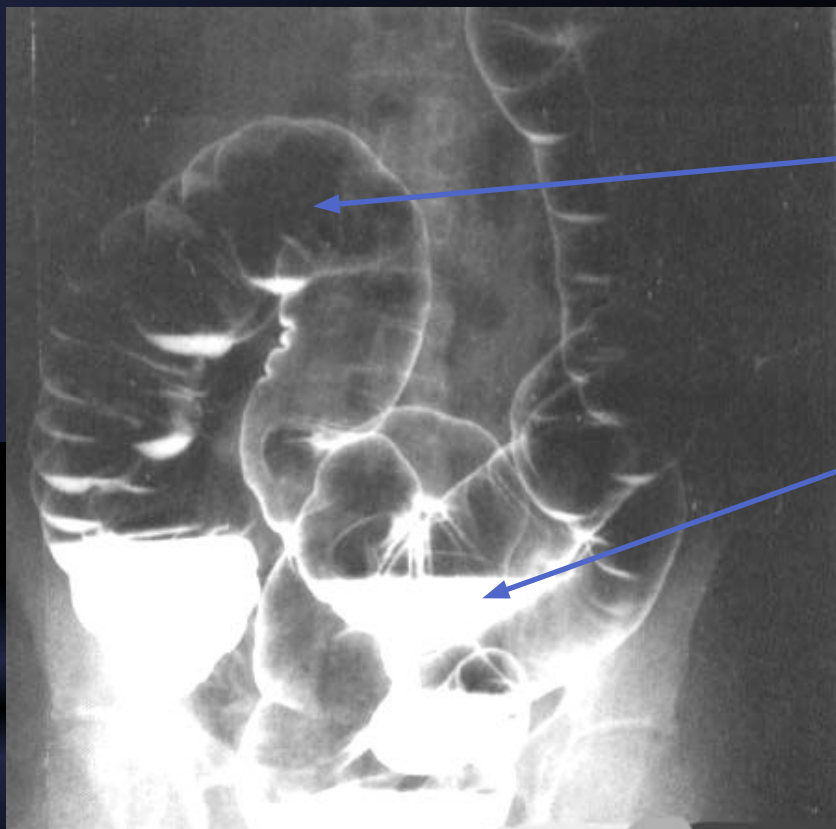
# Противопоказания для применения йодсодержащих КВ:

**Абсолютные:** аллергическая  
предрасположенность,  
почечная недостаточность.

**Относительные:** выраженная  
печеночная, сердечная недостаточность,  
гипертиреоз, тяжелые аритмии,  
эпилепсия.

**Сульфат бария не имеет противопоказаний.**

# Двойное контрастирование



Рентген - негативный (воздух)

+

Рентген - позитивный ( $\text{BaSO}_4$ )

# Основные методы рентгенологического исследования

**РЕНТГЕНОГРАФИЯ** — способ получения диагностических изображений, при котором рентгеновские лучи после прохождения через тело пациента неравномерно ослабляются и засвечивают рентгенографическую пленку.

Получают статические, аналоговые изображения на рентгеновских пленках - рентгенограммах.

Обзорная рентгенограмма



Прицельная рентгенограмма



**РЕНТГЕНОСКОПИЯ** - методика рентгенологического исследования, при которой изображение объекта получают на светящемся (флюоресцентном) экране или телевизионном мониторе в реальном масштабе времени.

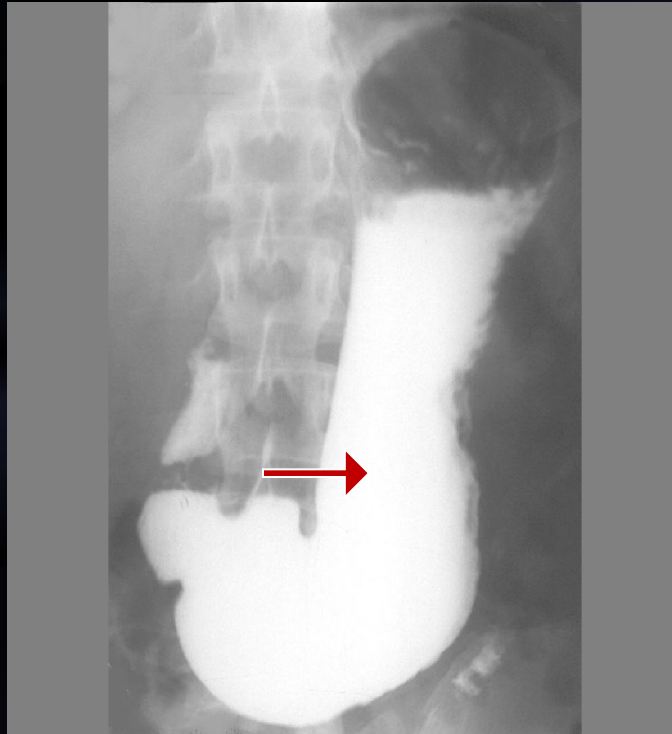
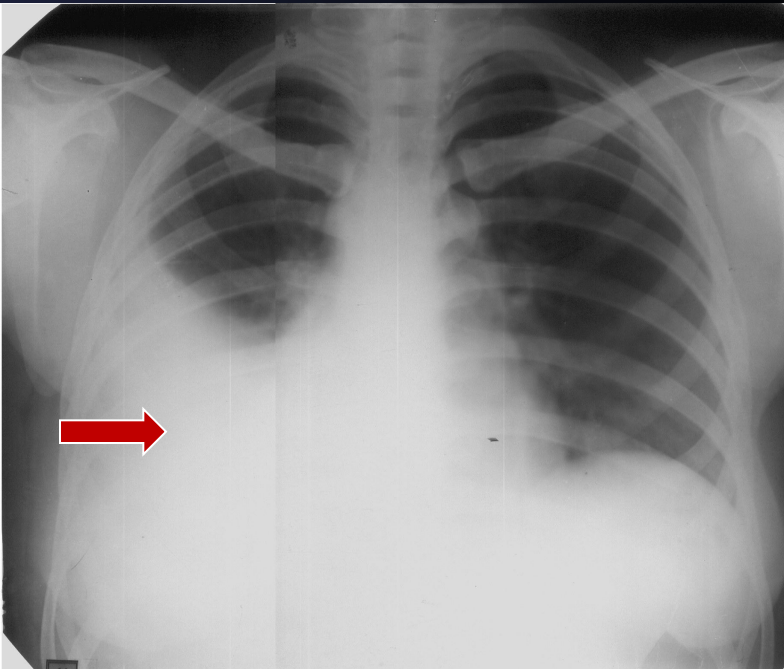
Рентгеновские лучи, неоднородно ослабляясь при прохождении сквозь тело пациента, попадают на флюоресцирующий экран, вызывая его неравномерное свечение и флюоресцентное изображение изучаемого объекта.

Предназначена для получения динамического, то есть подвижного, проекционного изображения в режиме «реального времени», которое врач-рентгенолог изучает непосредственно на флюоресцирующем экране.



# Терминология, используемая в рентгенологической диагностике

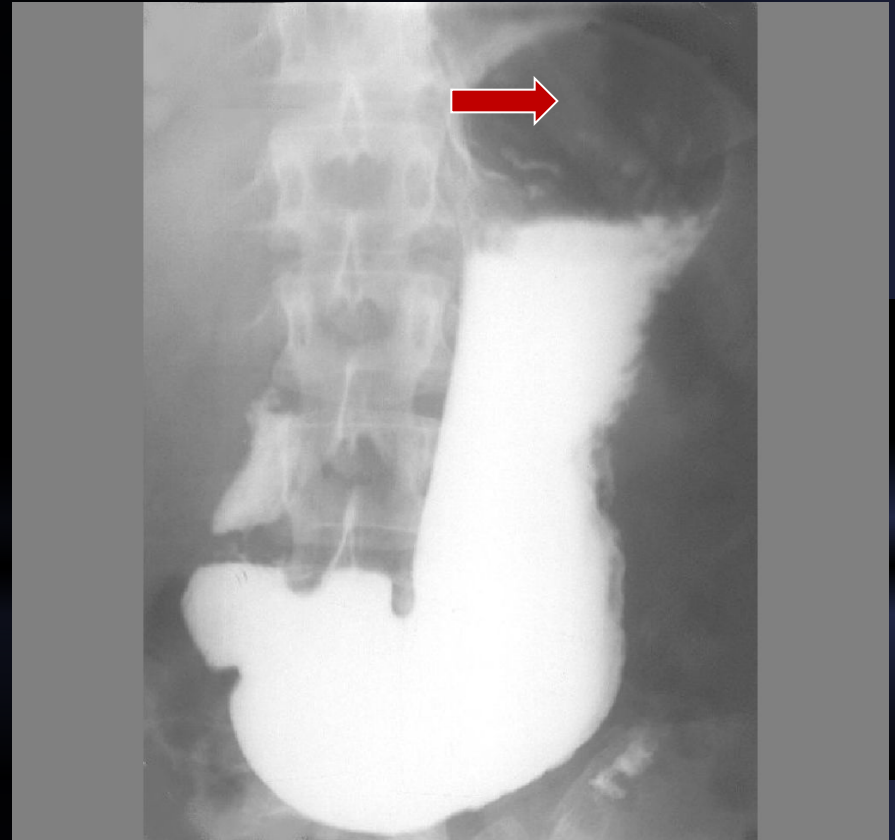
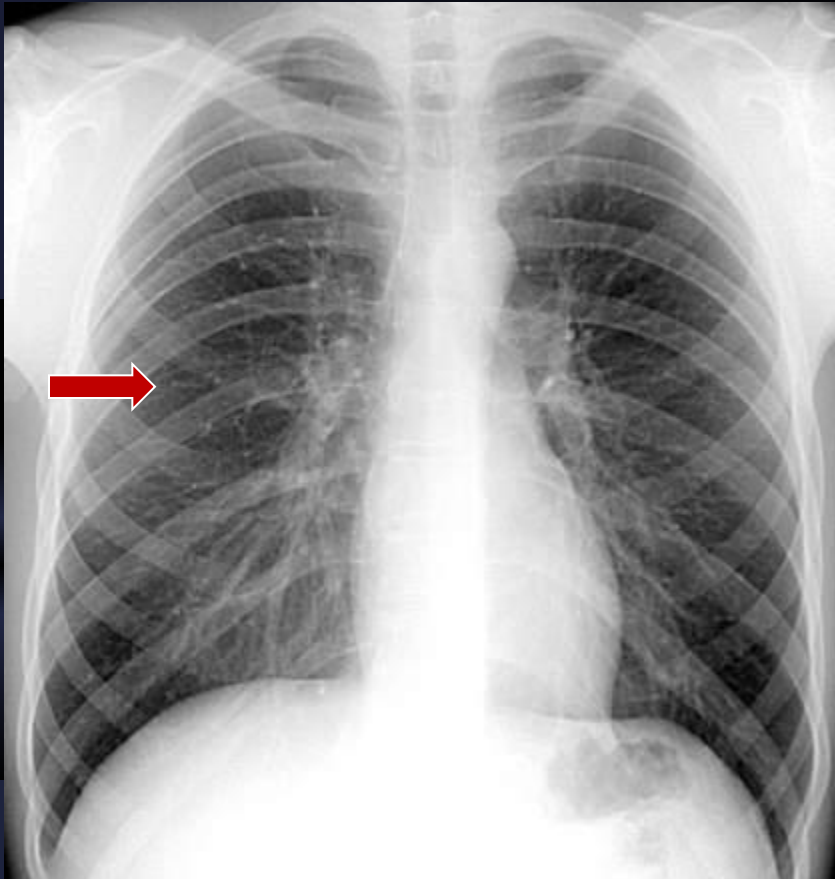
**Затенение** - ткани и среды, обладающие высокой плотностью (мягкие ткани, кости, жидкости, контрастные высокоатомные препараты)



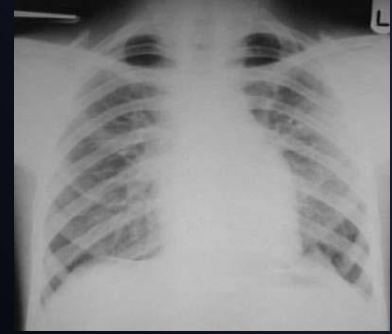


**Просветление** - ткани и среды, обладающие  
НИЗКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ

(жировая ткань, легочная ткань, газы)



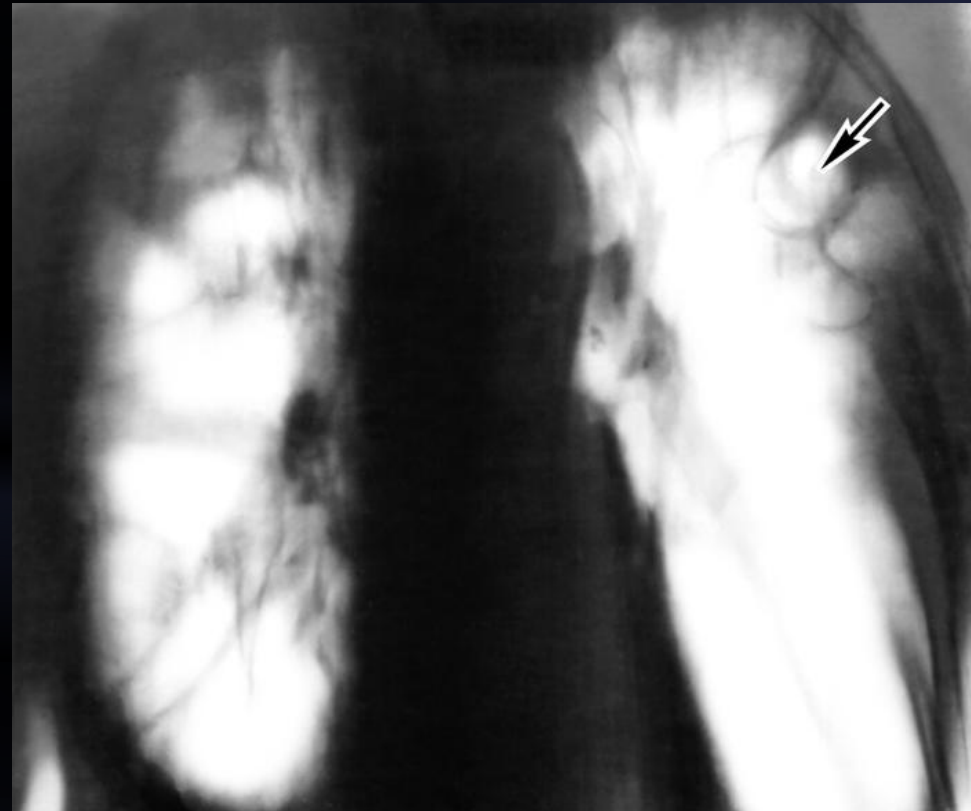
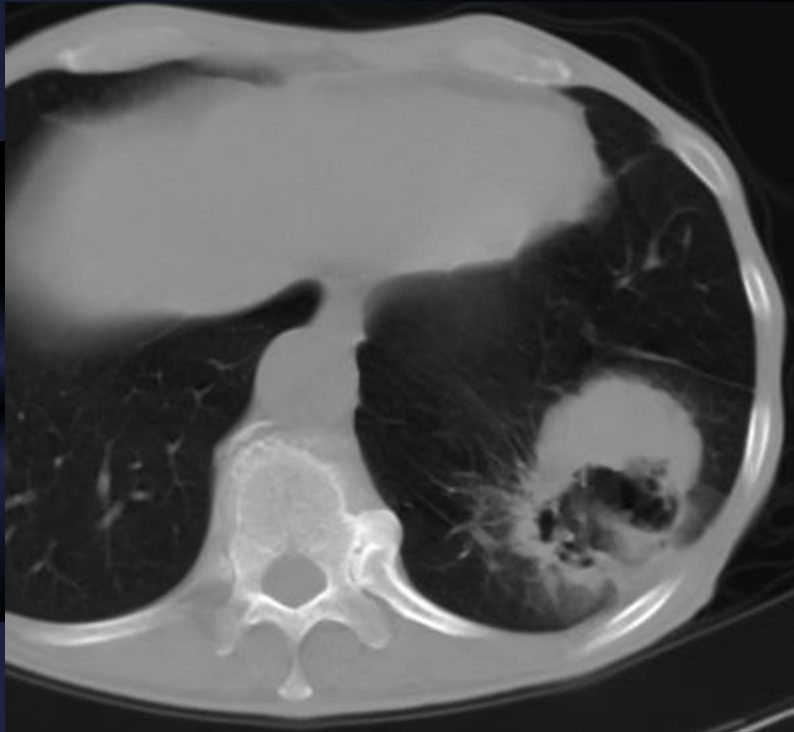
**ФЛЮОРОГРАФИЯ** - фотографирование рентгеновского изображения с флюоресцентного экрана на фотоплёнку малого формата (7x7и10x10 см).



**Томография** ( tomos – слой) – метод получения послойных изображений органов и тканей.

Виды :

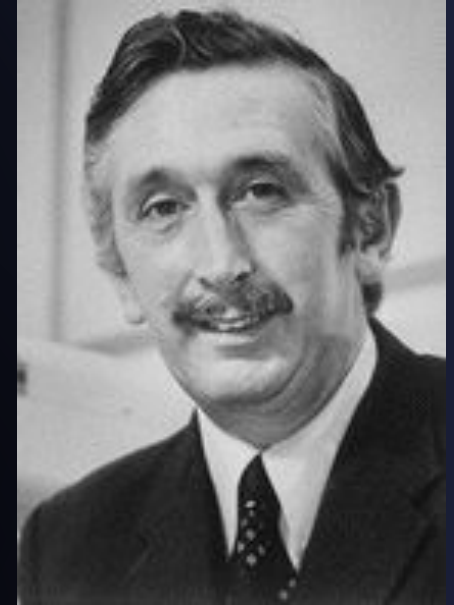
линейная, рентгеновская компьютерная и магнитно-резонансная.



# Компьютерная томография



1979 год -  
присуждение  
Нобелевской премии  
А. Кормаку и  
Г. Хаунсфилду



1963 год - Алан Кормак  
(ЮАР)

1972 год - Годфри Хаунсфилд  
(Англия)

Компьютерная томография - метод визуализации с помощью рентгеновского излучения и получения изображения органов и систем в поперечной (аксиальной проекции).

# Рентгеновская аксиальная компьютерная томография

- Использование рентгеновского излучения
- Поперечное сканирование объекта тонким (коллимированным) веерообразным пучком



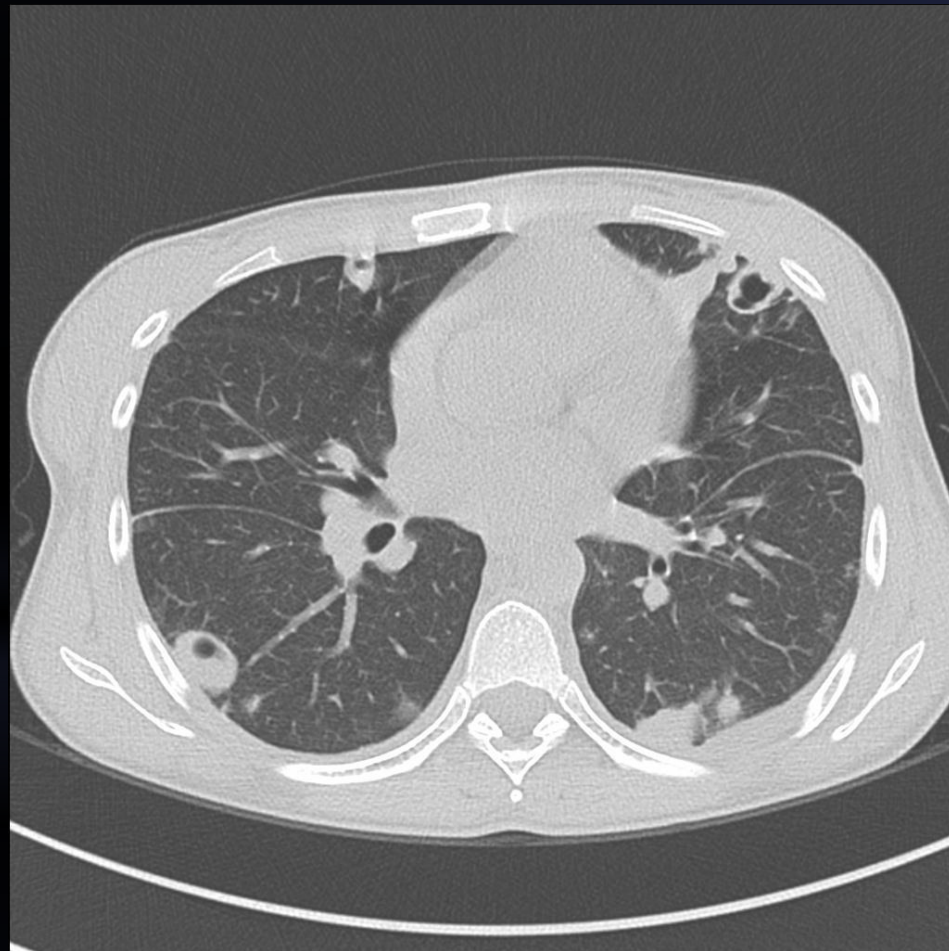
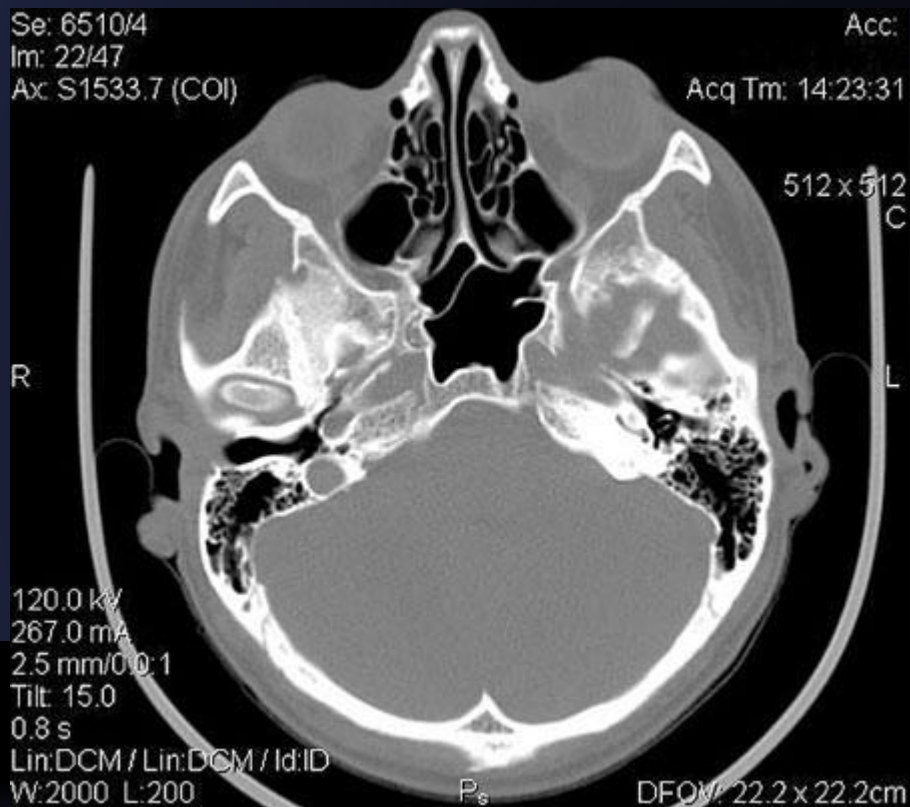
# КТ

- Регистрация детекторами ослабленного излучения
- Преобразование данных в цифровую информацию
- Формирование двухмерного изображения поперечного сечения объекта



# Компьютерная томограмма

- серия аксиальных срезов изучаемого органа



по типу «пироговских».

# Искусственное контрастирование при КТ:

Рентгеноконтрастные йодсодержащие вещества

per os

или

парентерально

**КТ-ангиография** — неинвазивное исследование магистральных сосудов с предварительным в/в контрастированием, которое проводится посредством катетеризации локтевой вены и болюсного введения контрастного вещества со скоростью 3–4 мл/с при помощи автоматического шприца.

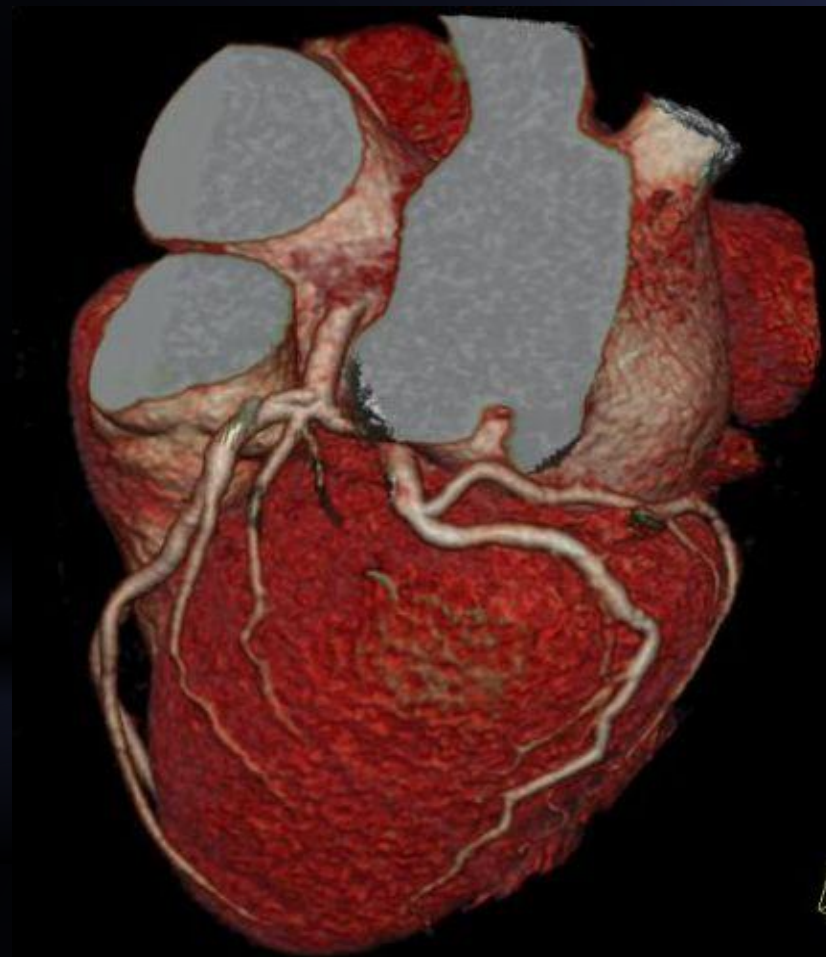
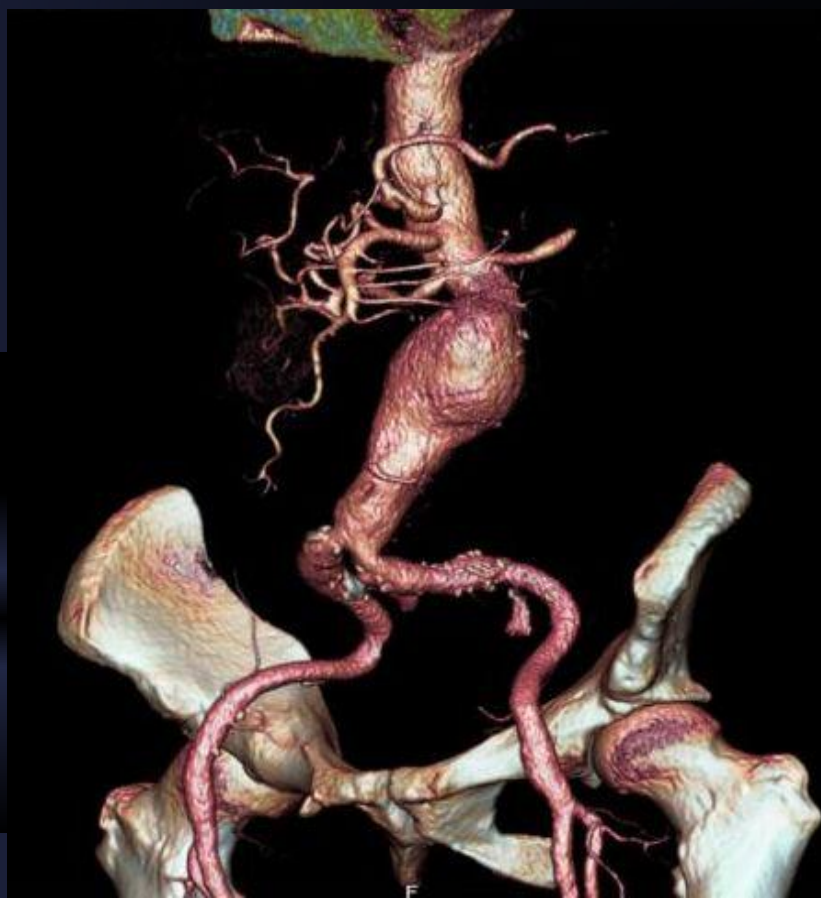
**Пофазное контрастирование** — пофазное изучение органа после болюсного введения в сосудистое русло рентгеноконтрастного вещества. Исследование проводится в три фазы — **артериальную, паренхиматозную и венозную** в зависимости от времени прохождения контрастом соответствующего звена сосудистой сети.

## Цели контрастирования:

1. улучшает визуализацию патологического образования;
2. для дифференциальной диагностики различных патологических процессов;
3. для оценки взаимоотношения патологического очага и прилежащих сосудов.
4. для уточнения распространённости процесса.



КТ позволяет реконструировать первичные изображения — получать срезы во фронтальной, сагиттальной и других необходимых плоскостях, а также формировать трехмерные (объемные) изображения.



# Преимущества метода КТ:

- отсутствие эффекта проекционного наложения (можно визуализировать структуры, которые проекционно наслаиваются на изображения других органов и практически не дают изображения на рутинных рентгенограммах (головной мозг, поджелудочная железа, лимфатические узлы))
- денситометрия - количественное измерение рентгеновской плотности изучаемого объекта в единицах Хаунсфилда: это позволяет дополнять визуальную оценку компьютерно-томографической картины анализом плотности визуализируемых структур.

# Термины, используемые при КТ

**Гиперденсные** (высокоплотные) структуры - кость, кровь (кровоизлияние в острый период), рентгеноконтрастное вещество - белый цвет на томограмме.



**Гиподенсные** (низкоплотные) структуры - ликвор, газы, кистозное жидкостное содержимое, жидкость как проявление отека - чёрный цвет на томограмме.

**Изоденсные** — изображения одинаковой плотности с окружающими тканями (внутри мозговое кровоизлияние в подострый период, образования одинаковой плотности с паренхиматозными органами) - серый цвет на томограмме.

# Ультразвуковая диагностика

- метод визуализации с использованием ультразвуковых волн, которые отражаются от сред с различными акустическими свойствами.

Ультразвуковые волны — упругие колебания среды с частотой, превышающей частоту колебания слышимых человеком звуков — свыше 20 кГц.

1880г. - Пьер и Жак Кюри открыли прямой пьезоэффект.

1881г - Г. Липман - обратный пьезоэффект.

Впервые УЗИ в клинике применено невропатологом К.Th. Dussik в 1940 г.

С 1954 г. распространение в практике (J.G. Holmes создал водяную подушку).



# Формирование изображения при УЗД

Ультразвуковые волны, проходя через ткани человека отражаются в разной степени от сред различной плотности и возвращаясь формируют изображение.

Ультрасонографическое изображение может быть динамичным - на экране УЗ-сканера, в масштабе «реального времени».

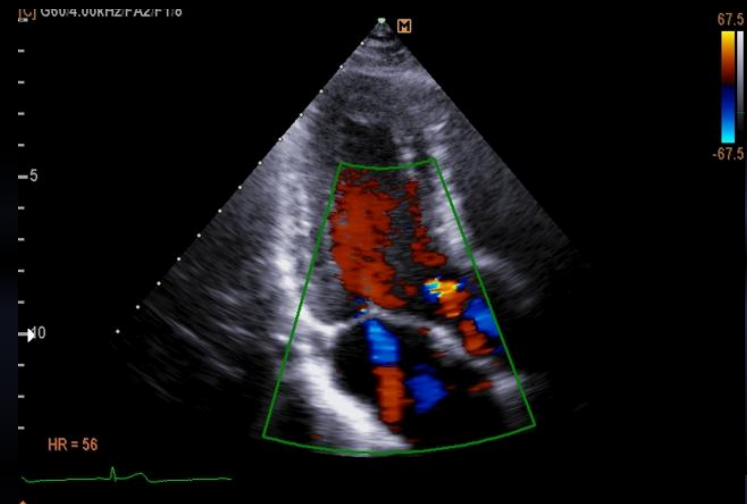
Ультрасонографическое изображение может быть статичным - на твердых носителях в виде сонограмм, или эхограмм.

# Допплеровские режимы

Эффект Допплера – это изменение частоты и длины волны, наблюдаемое при движении источника волн относительно их приемника.

С помощью эффекта Допплера на ультразвуковом сканере измеряют скорость и другие показатели кровотока. Ультразвуковая волна, отражаясь от движущихся объектов (крови в сосудах), изменяет свою частоту.

По величине изменения частоты эха относительно ультразвуковой волны, генерируемой датчиком, определяют направление и скорость кровотока в сосуде.



# Термины, используемые в УЗД

**Изоэхогенные структуры** - паренхиматозные органы и ткани сходные с ними по плотности.

**Анэхогенные или гипоэхогенные** структуры - ткани хорошо проводящие ультразвуковые волны, жидкостные, гидрофильные.

Анэхогенные (кровь, моча, желчь) на экране сканера или на сонограммах представлены черным цветом.

Гипоэхогенные — черно-серым оттенком.



# Термины, используемые в УЗД

**Гиперэхогенные** (конкременты, кальцинаты, воздух, костные структуры) - отражающие эхо, выглядят в виде светлых или ярко-белых структур.





# Режим 3D



	RAB 4-8L/Obstetric	MI 1.1	03/22/2005 11:00:58 AM
	8.3cm / 50Hz	TIs 0.2	

3D Twins 14w4d

Surface  
Th30/Qual high2  
B70°/V85°  
Mix62/38  
3D Static



# Магнитно-резонансная томография

— метод медицинской визуализации, позволяющий получать томографические срезы в различных (аксиальной, сагиттальной, фронтальной и других) плоскостях с помощью явления ядерно-магнитного резонанса,  
метод основанный на возбуждении ядер водорода биологического объекта в магнитном поле и регистрации энергии возбужденного ядра.

1946 год - Феликс Блох, Ричард Пурсел (США)

- открытие явления ядерно-магнитного резонанса

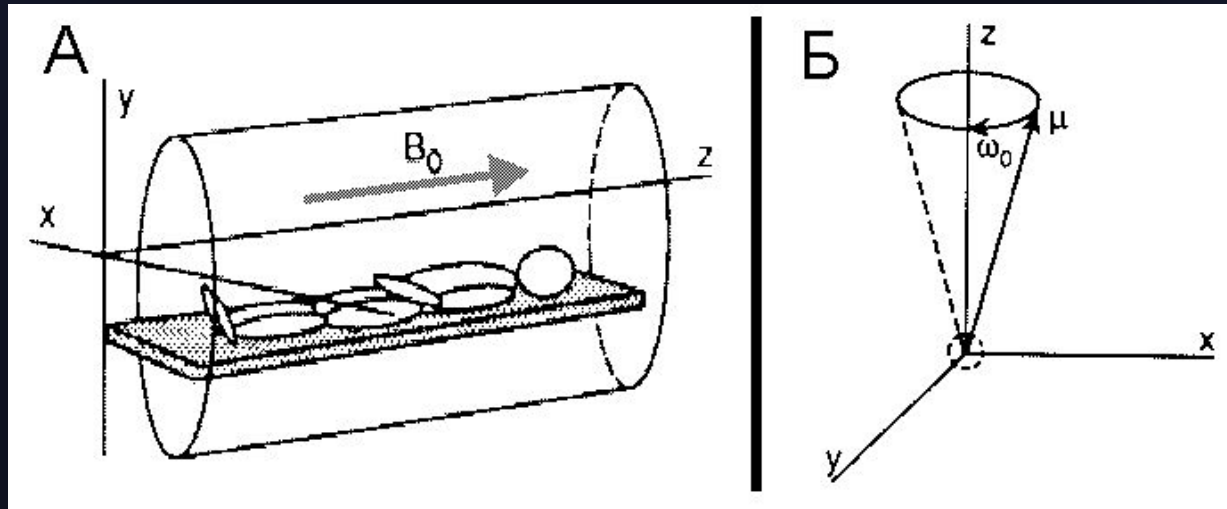
1952 год - присуждение Нобелевской премии (Феликс Блох, Ричард Пурсел)

1973 год - обоснована конструкция МР-томографа (Пол Лаутерберг)

1982 год - серийное производство аппаратов

2003 - присуждение Нобелевской премии (Пол Лаутерберг)

# Физические основы метода



- сильный магнит
- биологический объект: в организме пациента создается суммарный магнитный момент, совпадающий с направлением внешнего магнитного поля, зависящий от плотности протонов в различных органах и тканях и содержания водорода.
- радиочастотная катушка: МР-сигнал представляет собой радиоволну, генерируемую протонами после исчезновения явления ЯМР в течение времени релаксации. Эта радиоволна улавливается радиочастотной катушкой.
- компьютер

# Терминология, используемая в МРТ

**Изоинтенсивный сигнал** - структуры одинаковые по интенсивности с окружающими тканями.

**Высокоинтенсивный сигнал** - структуры с высоким содержанием водорода (гидратированные структуры) - белые оттенки (жир, метгемоглобин, жидкость в T2).

**Низкоинтенсивный сигнал** - ткани и структуры с низким содержанием ядер водорода - черные оттенки (компактная кость, гемосидерин, жидкость в T1).

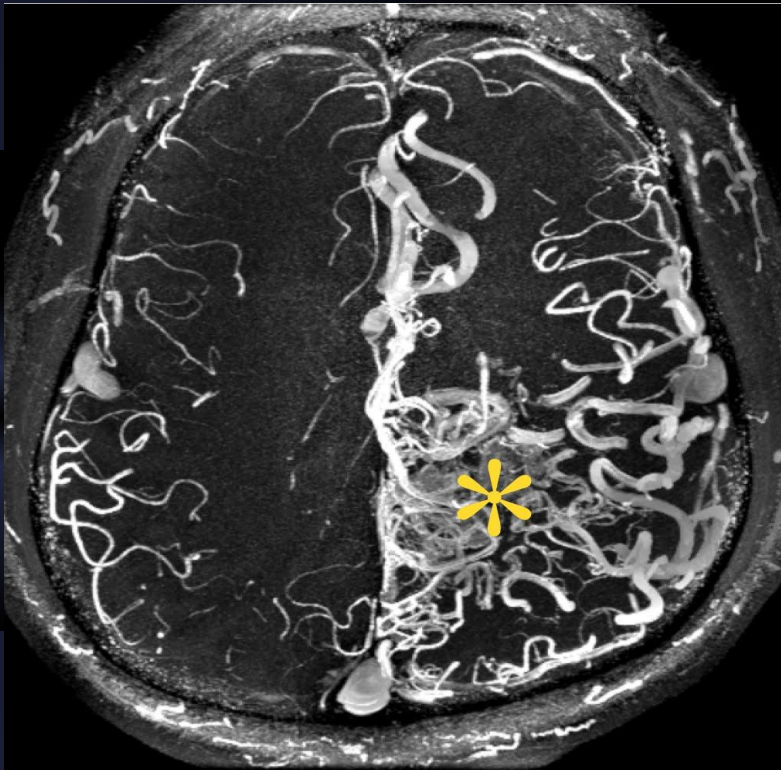


# МРТ с искусственным контрастированием –

используются вещества, изменяющие магнитные свойства тканей.

Группы контрастных веществ :

- парамагнетики (соединения гадолиния);
- супермагнетики (соединения железа).



## ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ к МРТ

**Абсолютные:** наличие в теле пациента металлических инородных тел, осколков, ферромагнитных имплантов (кардиостимуляторы, автоматические дозаторы лекарственных средств, имплантированные инсулиновые помпы, искусственные клапаны сердца, стальные импланты, искусственные суставы, аппараты металло-остеосинтеза, слуховые аппараты.

**Относительные:** первый триместр беременности, клаустрофобия, некупированный судорожный синдром, двигательная активность пациента.

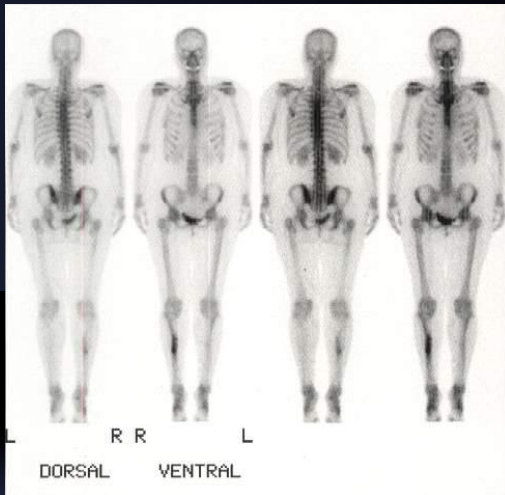
## НЕДОСТАТКИ МРТ

1. Высокая чувствительность к двигательным артефактам
2. Ограничение выполнения исследования у пациентов, требующих аппаратного поддержания жизненно важных функции организма (наличие кардиостимуляторов и др.)
3. Плохая визуализация костных структур из-за низкого содержания воды.

# РАДИОНУКЛИДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

(ядерная медицина)

- диагностика заболеваний  
с использованием радионуклидов  
и меченных ими фармацевтических  
препаратов (РФП).



Метод основан на  
избирательном  
поглощении РФП  
определенными органами.

В 1896 г. А.Беккерель установил, что уран способен испускать лучи.

Спустя два года П. Кюри и М.Склодовская-Кюри показали, что такие же лучи способны выделять открытые ими Ra и Po. Ирен и Фредерик Жолио-Кюри в 1934-1936 гг. - разработка принципов искусственной радиоактивности.





# РАДИОАКТИВНОСТЬ -

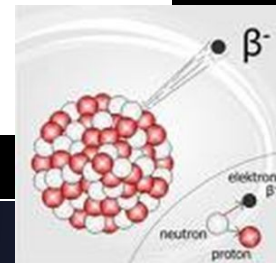
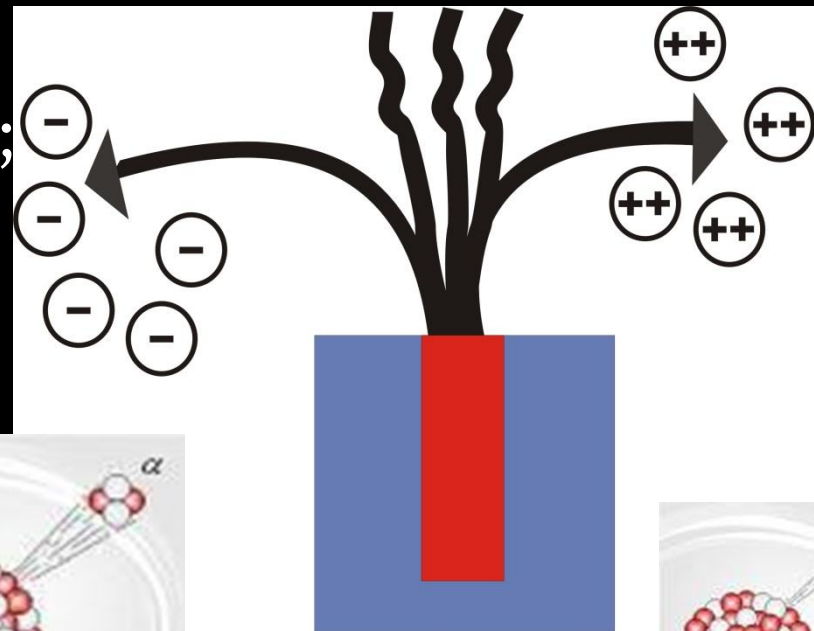
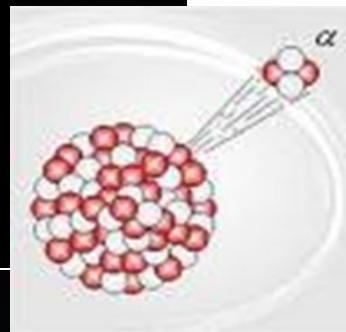
самопроизвольный распад ядра с выделением различных видов излучений, энергии и превращением одних элементов в другие

Виды излучений:

а) корпускулярные: альфа, бета;

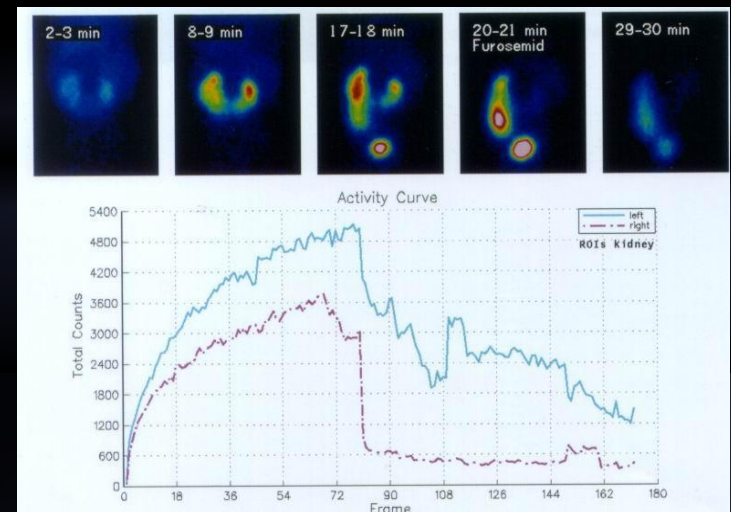
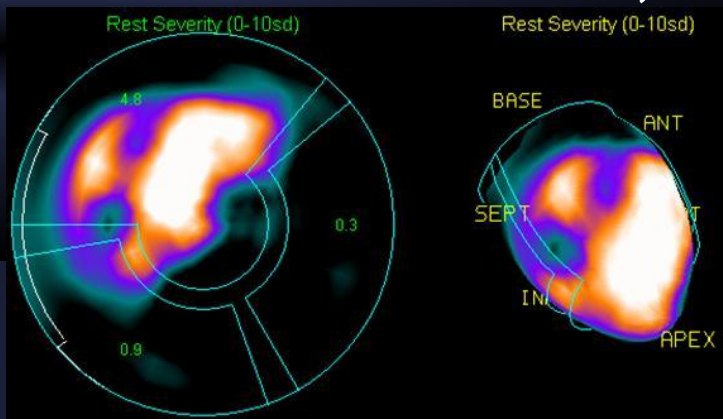
б) электромагнитное: гамма - имеет наибольшую проникающую способность и низкую степень биологического действия.

Современная радионуклидная диагностика основана на регистрации гамма-квантов.



# Принципы получения информации:

1. Парентеральное введение радиофармпрепарата (РФП) - разрешенное для введения человеку с диагностической или лечебной целью химическое соединение, содержащее в своей молекуле радиоактивный нуклид;
2. Избирательное поглощение РФП органами, в метаболизме которых участвует данный РФП;
3. Регистрация гамма-излучения в органе с избирательным накоплением РФП;



# Разновидности метода:

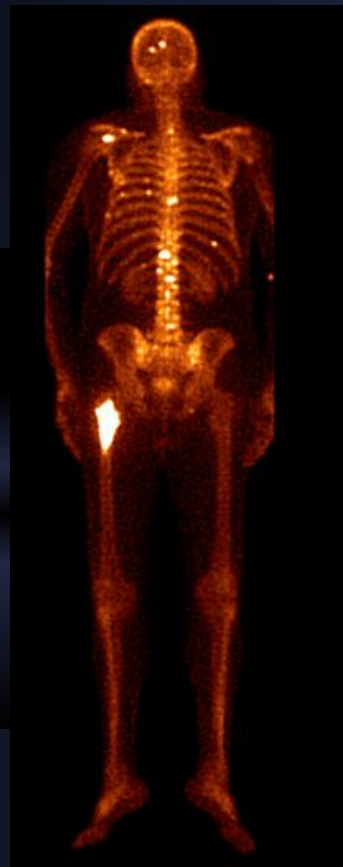
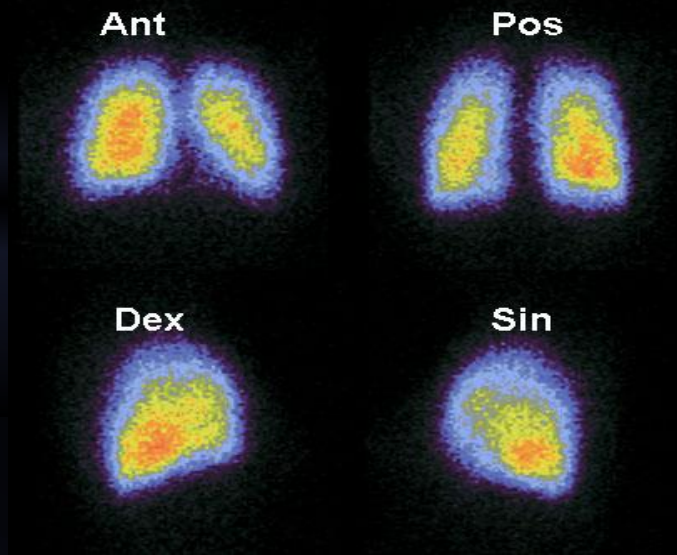
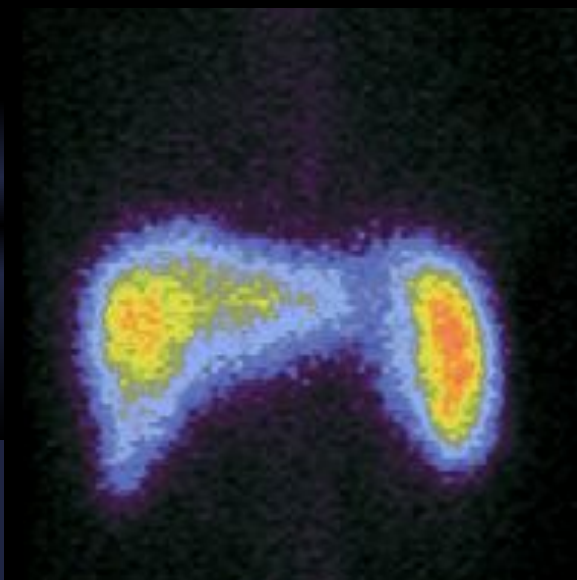
- ✓ Сцинтиграфия
- ✓ ОФЭТ (однофотонная эмиссионная томография )
- ✓ ПЭТ ( позитронно эмиссионная томография)
- ✓ Радиометрия
- ✓ Радиография

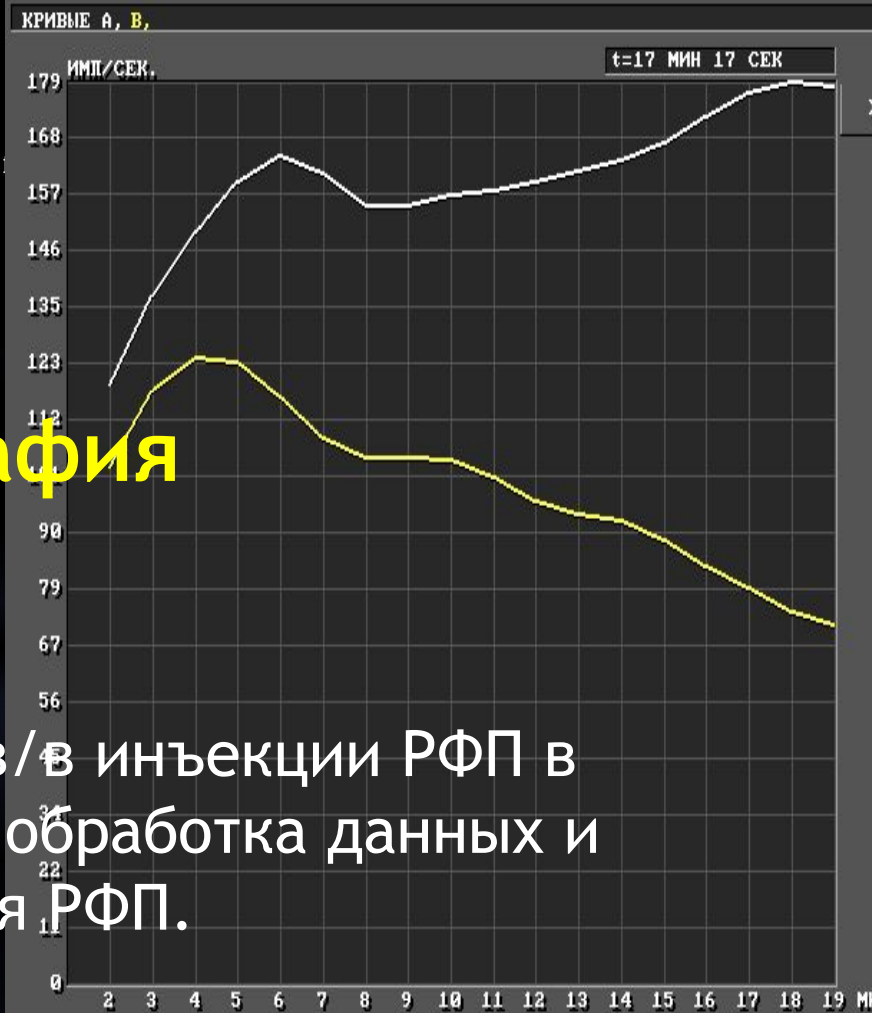
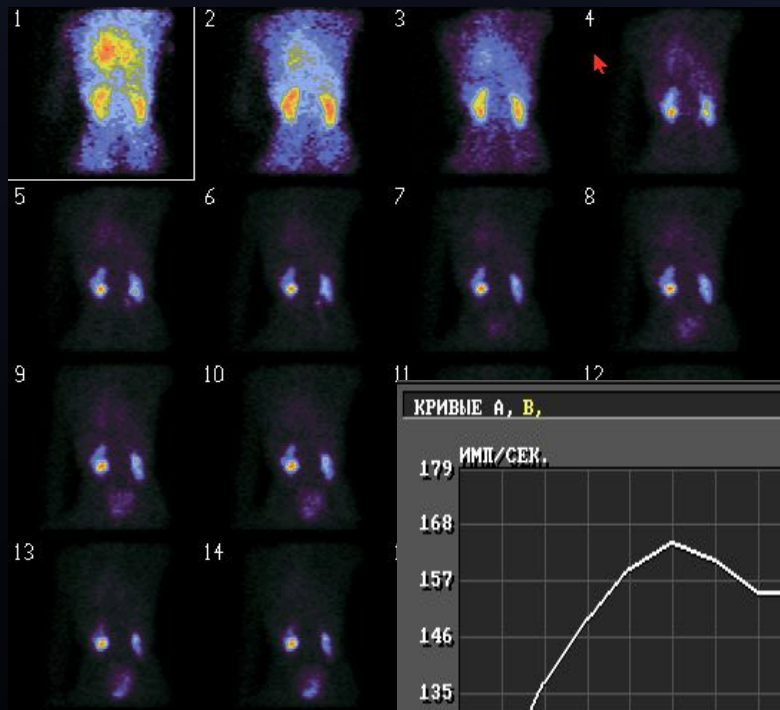
- **Сцинтиграфия** – получение изображения органов и тканей посредством регистрации излучения на гамма-камере, испускаемого инкорпорированным радионуклидом.

Исследуемый орган обязательно должен быть хотя бы в ограниченной степени функционально активным!

Не функционирующий орган не накапливает РФП.

- **Статическая** - для оценки пространственного распределения РФП в теле или органе больного, рассчитывают степень накопления РФП в тканях, сравниваются показатели степени накопления в различных участках органа, оценивается равномерность накопления внутри органа.





# Динамическая сцинтиграфия

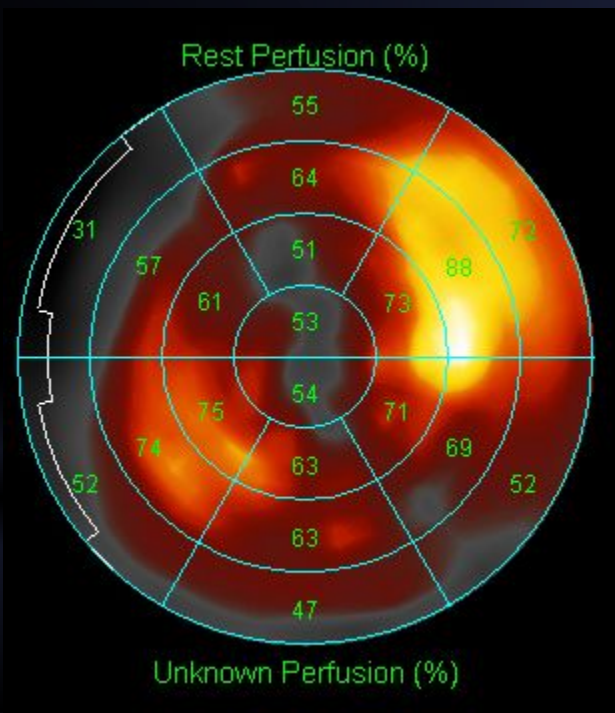
с целью изучения динамики распределения РФП в органе.

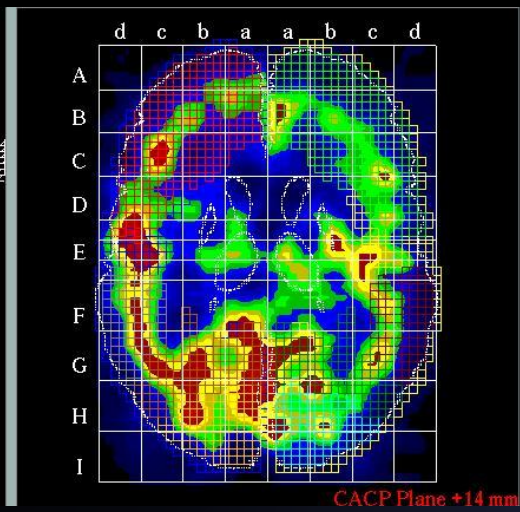
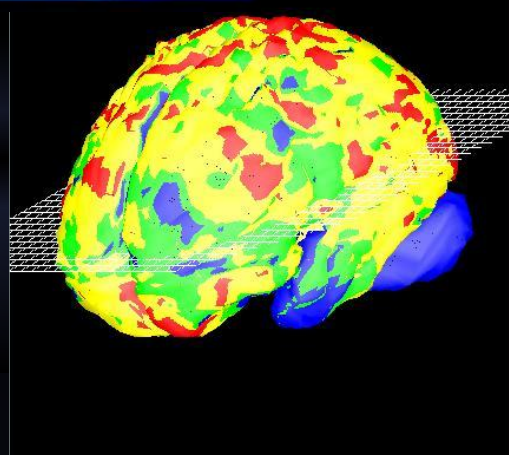
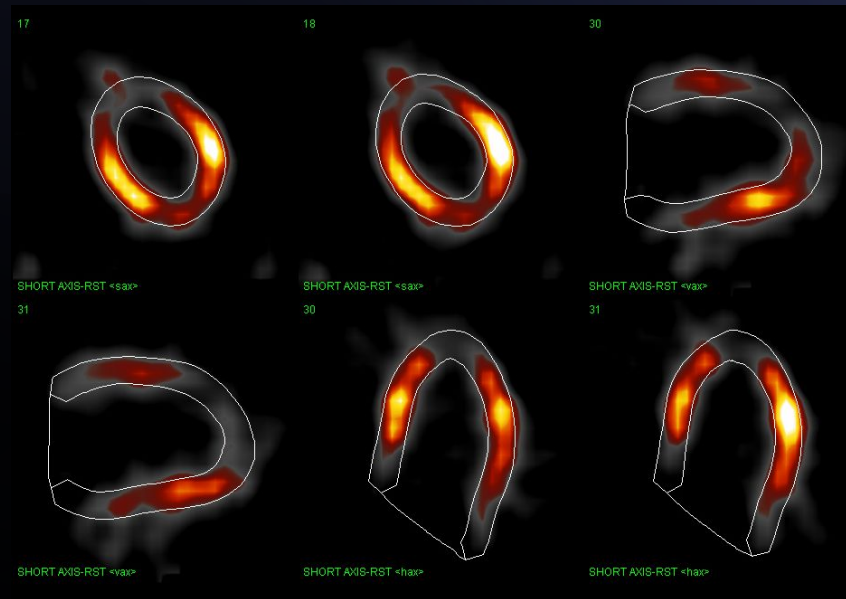
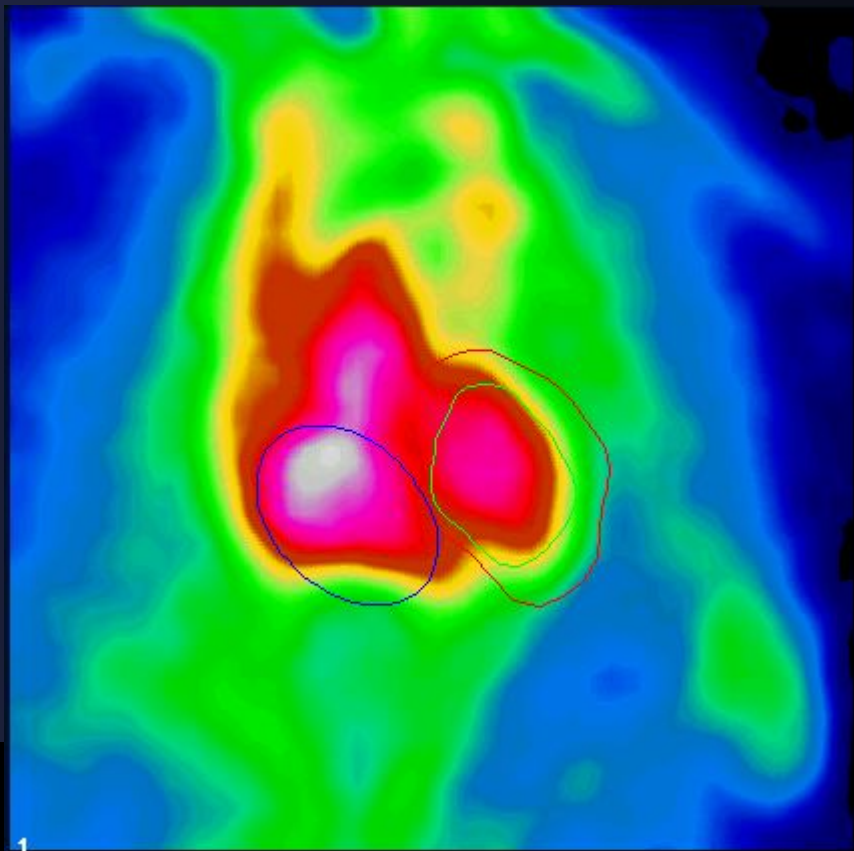
Запись серии кадров от момента в/в инъекции РФП в течение определенного времени, обработка данных и построение кривых распределения РФП.

# Однофотонная эмиссионная томография

вариант сцинтиграфии, при которой применяется гамма-камера с вращающимся детектором вокруг тела обследуемого.

Формируется послойное изображение органа, отображающее послойное распределение РФП.

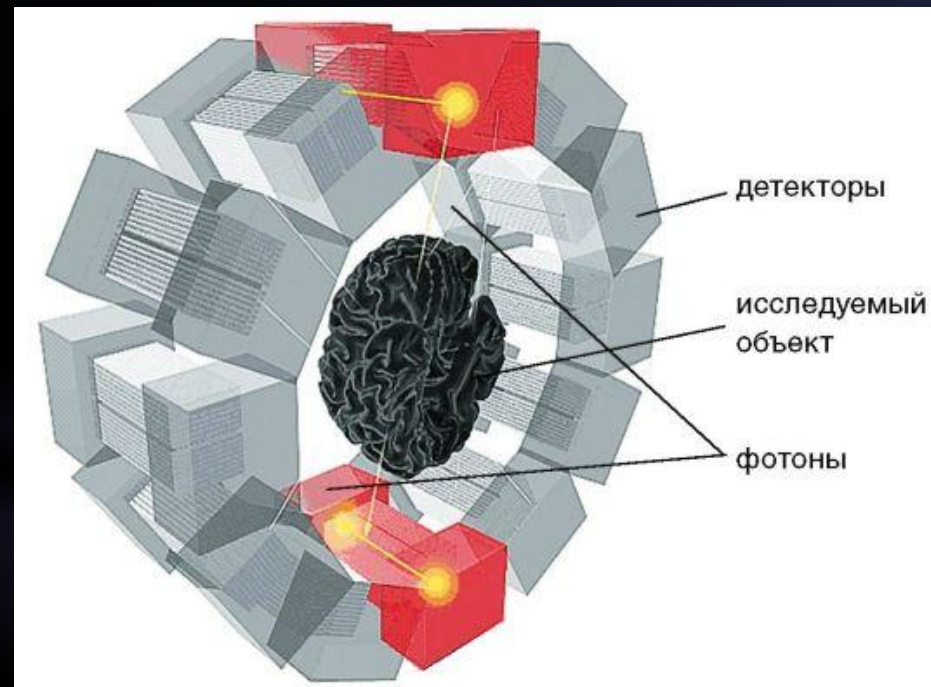




# Позитронно - эмиссионная томография

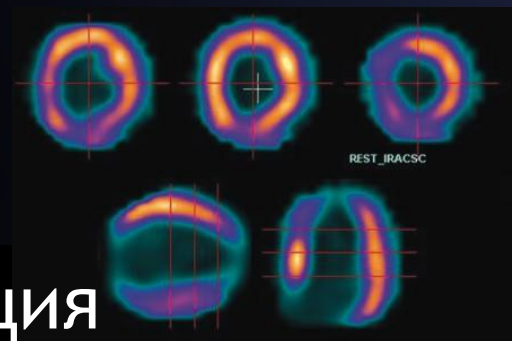
В качестве РФП используют ультракороткоживущие радионуклиды (период полураспада - несколько минут), испускающие позитроны (изотопы таких элементов, как углерод, кислород, азот, фтор). Меченные этими элементами РФП являются естественными метаболитами организма и включаются в обмен веществ.

Испускаемые этими радионуклидами позитроны аннигилируют вблизи атомов с электронами и образуются гамма-кванты — фотоны, по законам физики они разлетаются в противоположные стороны, регистрируются противоположно расположенными детекторами гамма-камеры.





ПЭТ позволяет проводить точную количественную оценку концентрации радионуклидов в изучаемом органе, изучать процессы, происходящие на клеточном уровне. Используется для тонкого изучения протекающих в нем метаболических процессов.



Например, в онкологии - аккумуляция дезоксиглюкозы в активно метаболизирующих опухолевых клетках, в кардиологии - дезокси-глюкоза хорошо включается в углеводный обмен миокарда и позволяет определить степень его жизнеспособности.

# Терминология, используемая в радионуклидной диагностике

Горячий и холодный очаги ЩЖ

