

Методические материалы для СТУДЕНТОВ
по ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
по дисциплине:

Лучевая диагностика.

основная профессиональная образовательная программа высшего
образования

- программа специалитета

КОД Наименование ОП: 31.05.01 Лечебное дело

Рентгенологический метод лучевой диагностики

Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии
Сеченовский Университет

Москва, Россия

Лектор: д.м.н., профессор Шехтер Анатолий Ильич

Москва, Россия

Основные методы лучевой диагностики

Рентгенологический метод

Рентгеновская компьютерная томография

Радионуклидный метод

Ультразвуковой метод

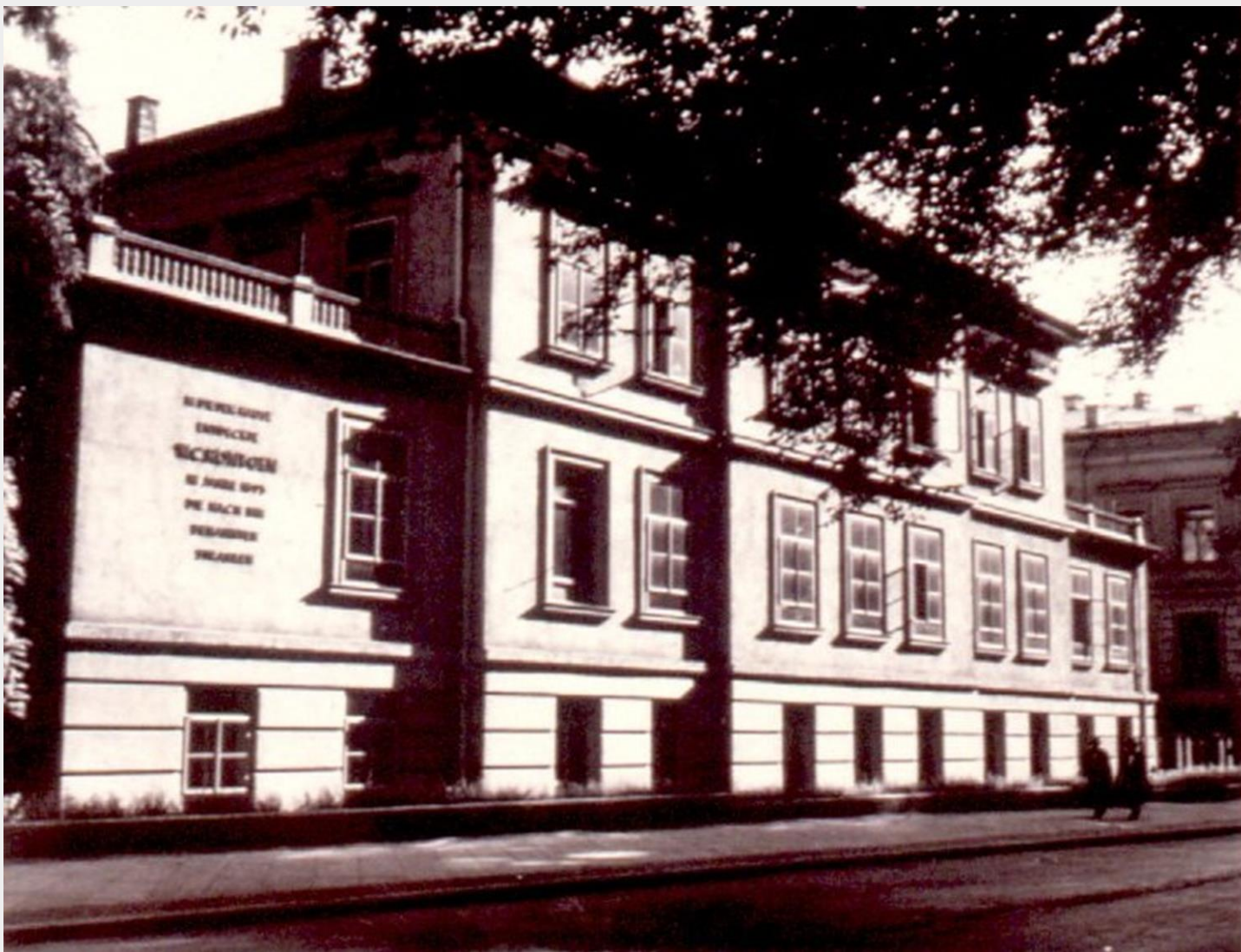
Магнитно-резонансная томография и магнитно-резонансная спектроскопия

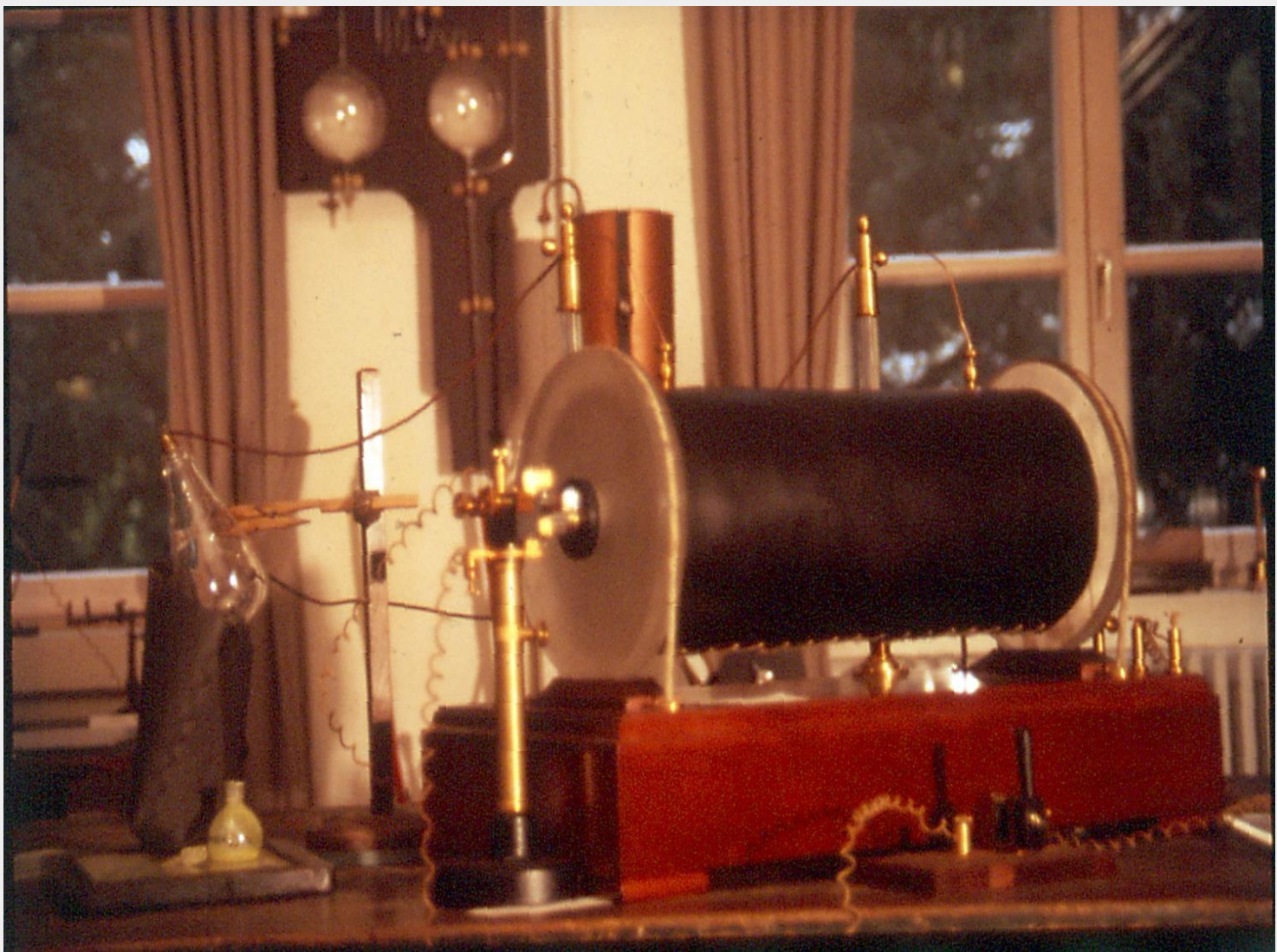
Позитронно-эмиссионная томография

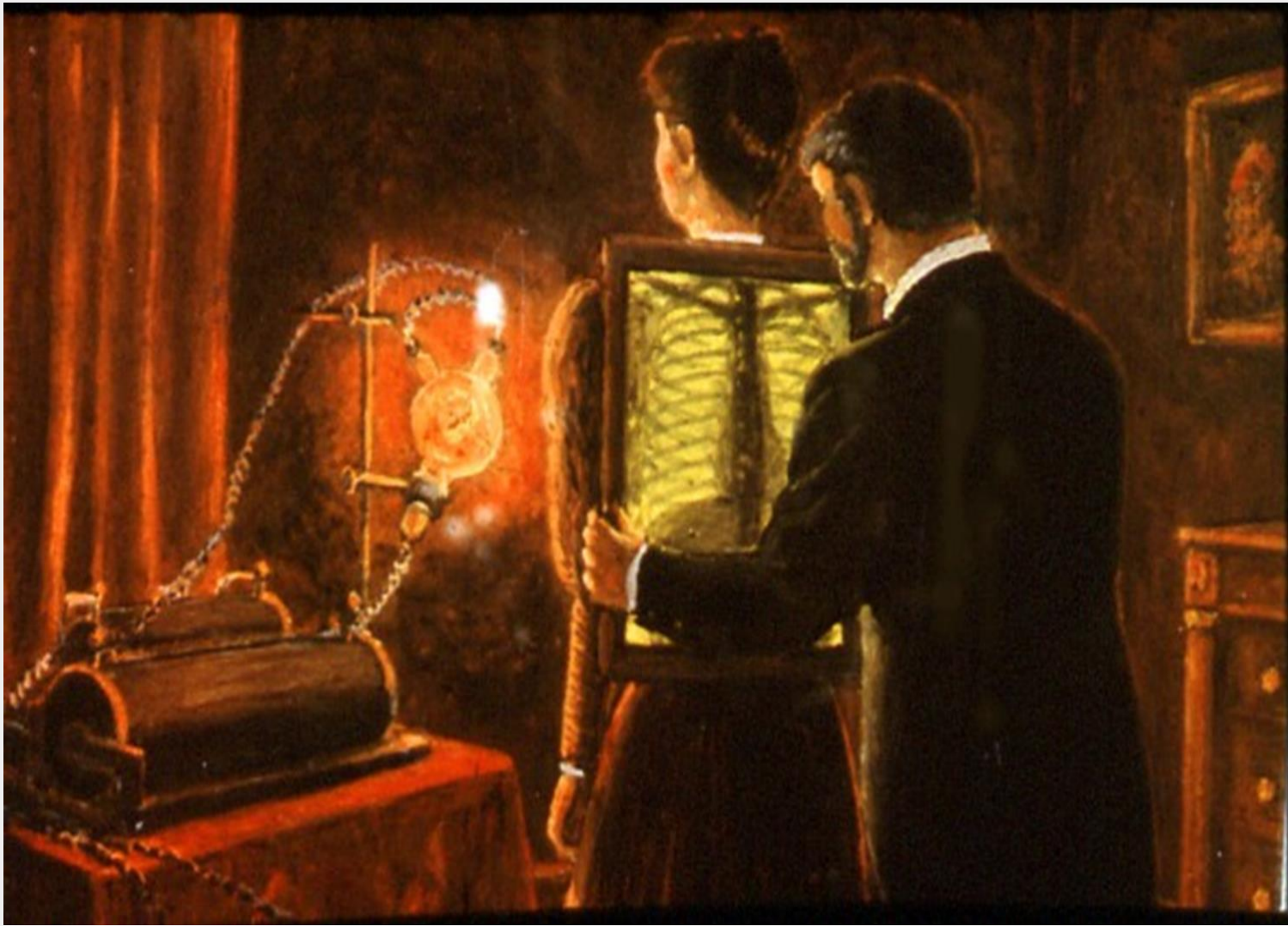


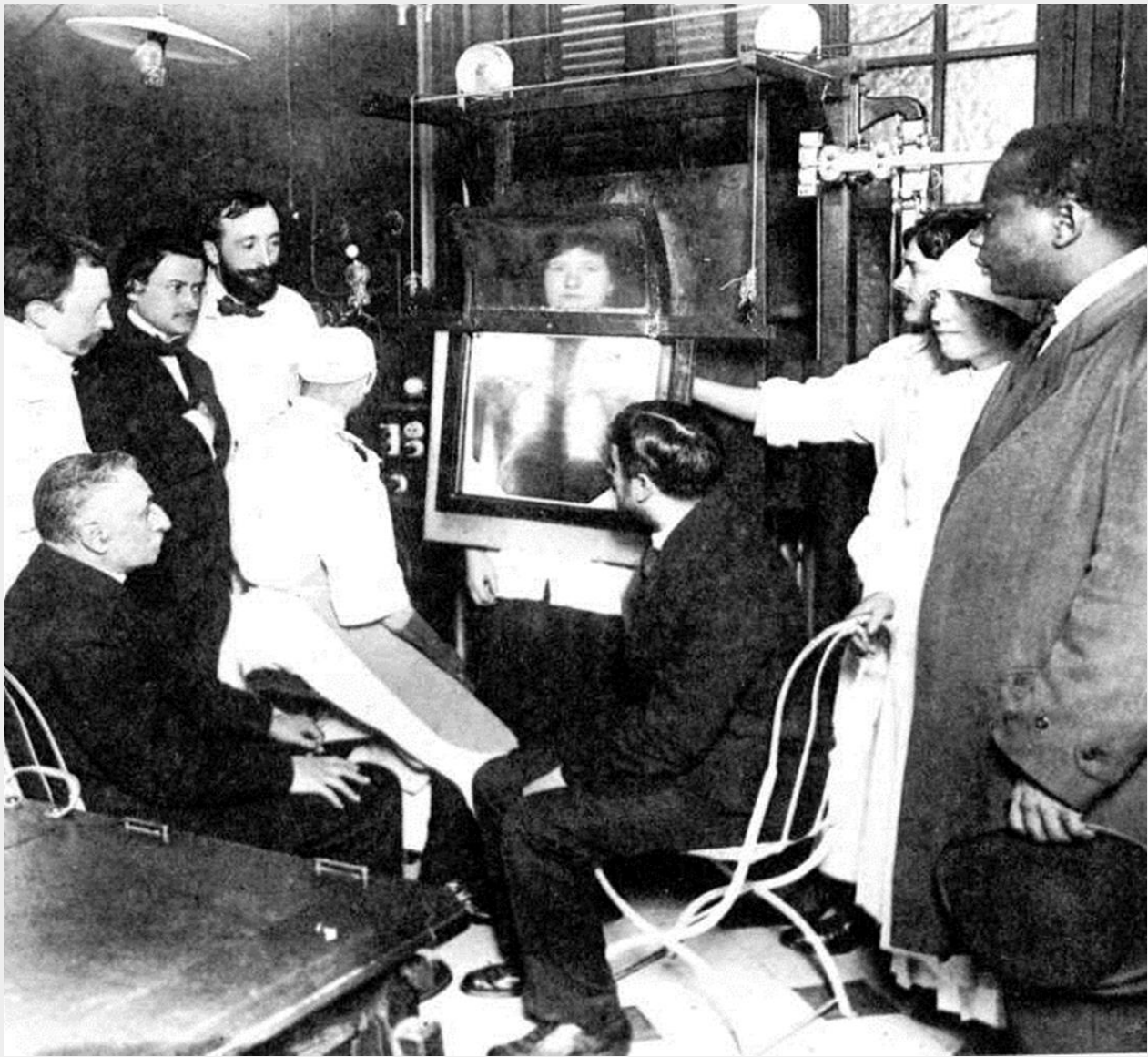
Вильгельм Конрад Рентген
(1845-1923)





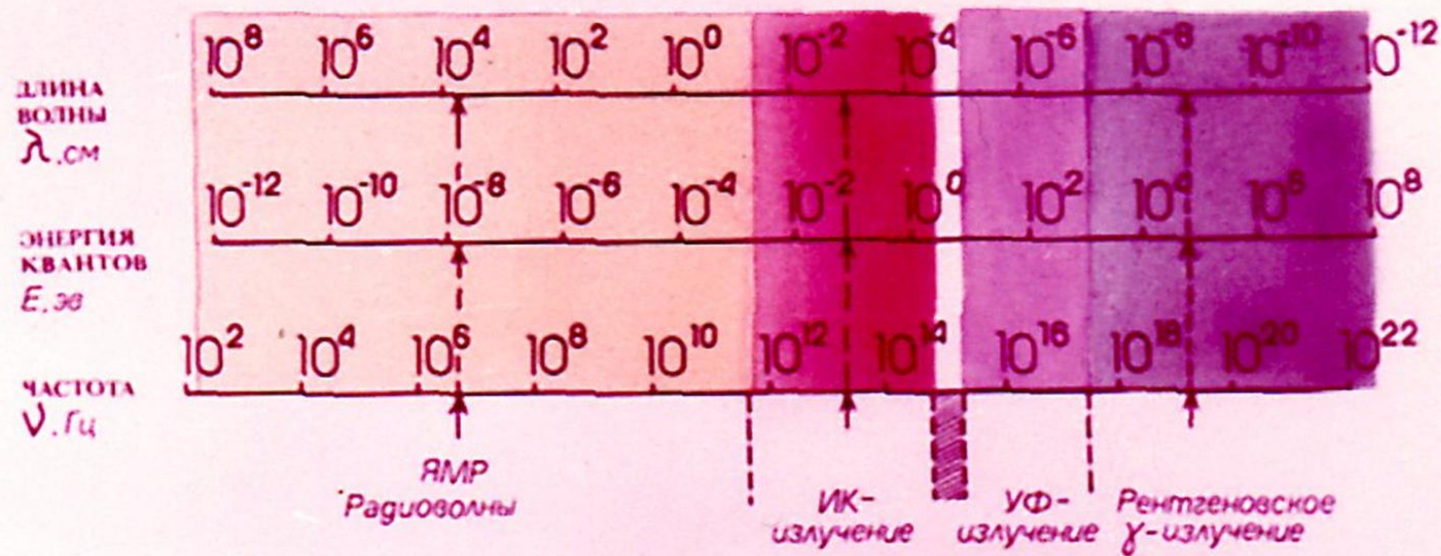




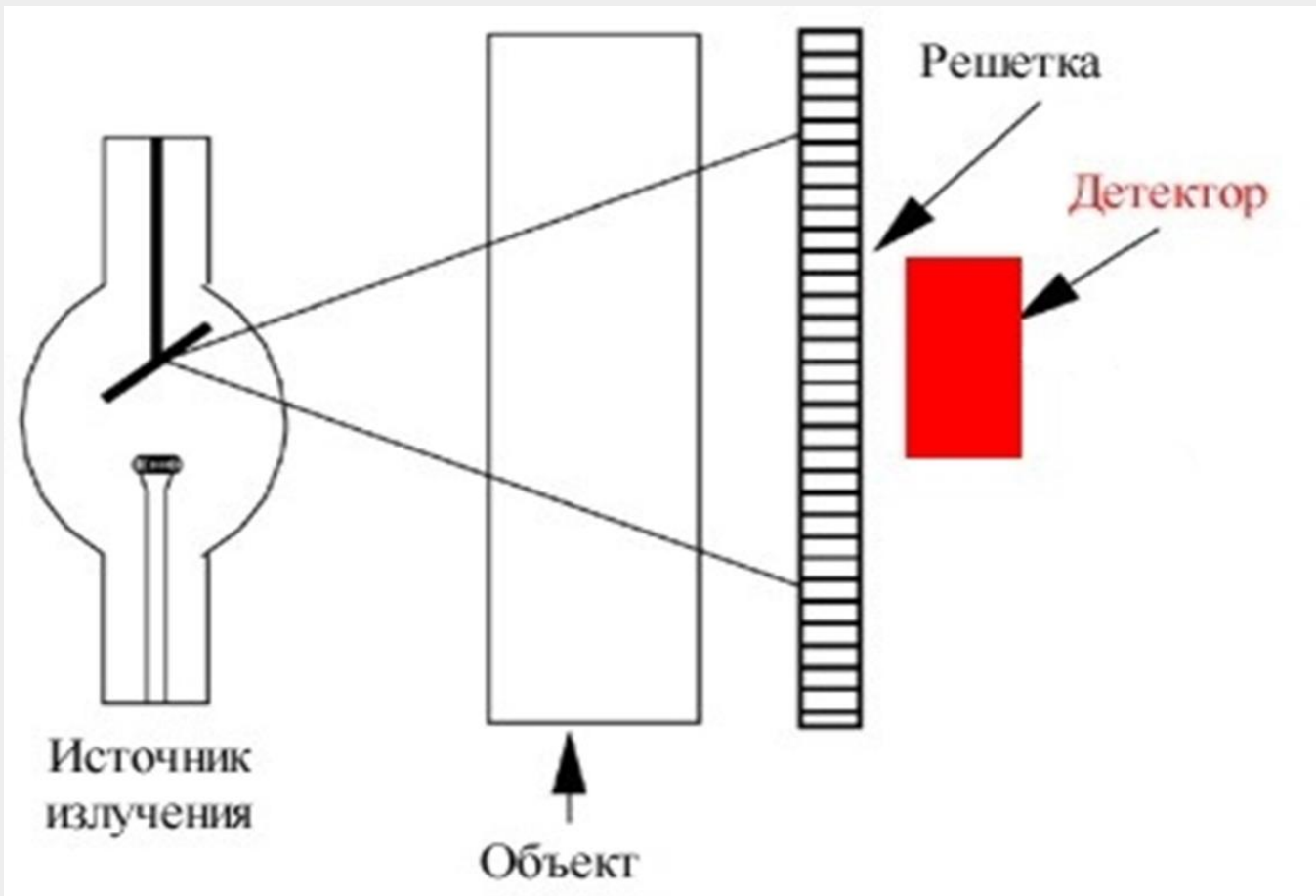


Свойства рентгеновского излучения

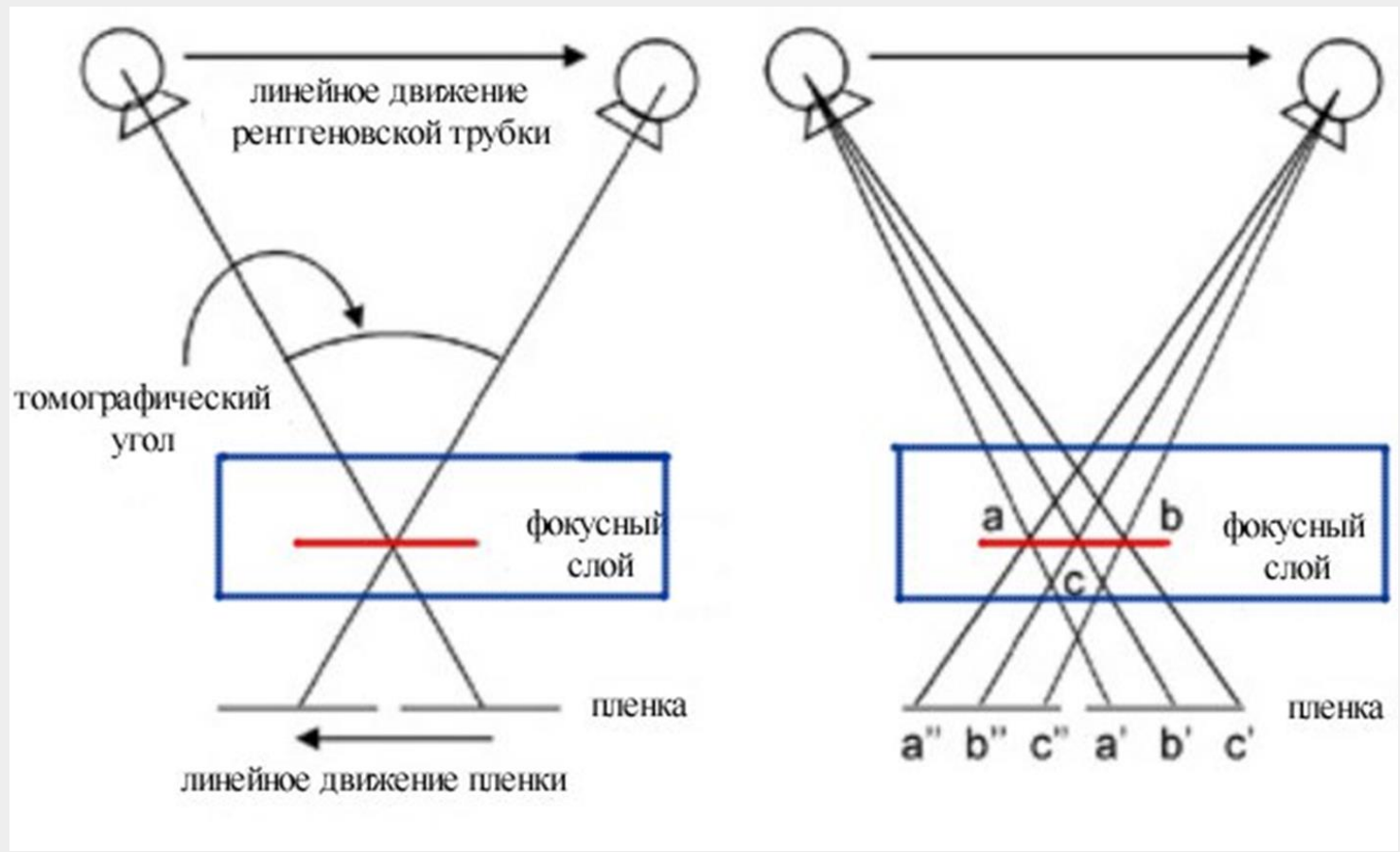
- Высокая проникающая способность
- Поглощение
- Рассеивание
- Прямолинейность распространения
- Способность вызывать флюоресценцию (свечение)
- Фотохимическое действие
- Ионизация веществ
- Биологическое действие
- Невосприимчивость органами чувств



Принцип получения рентгеновского изображения

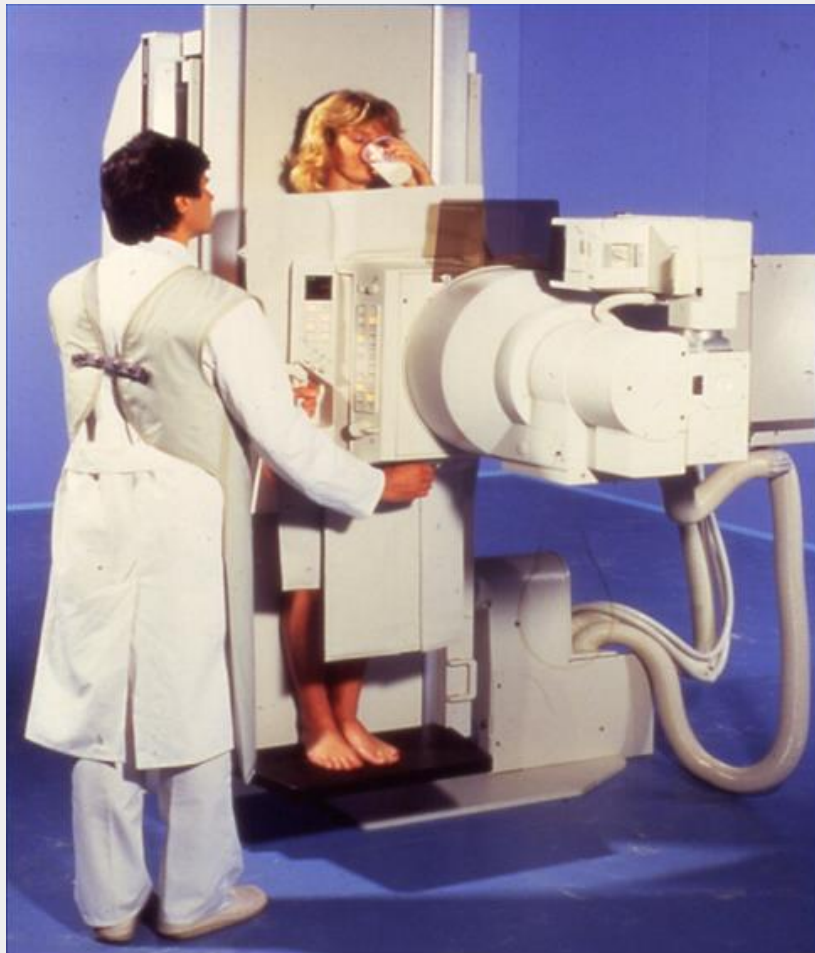


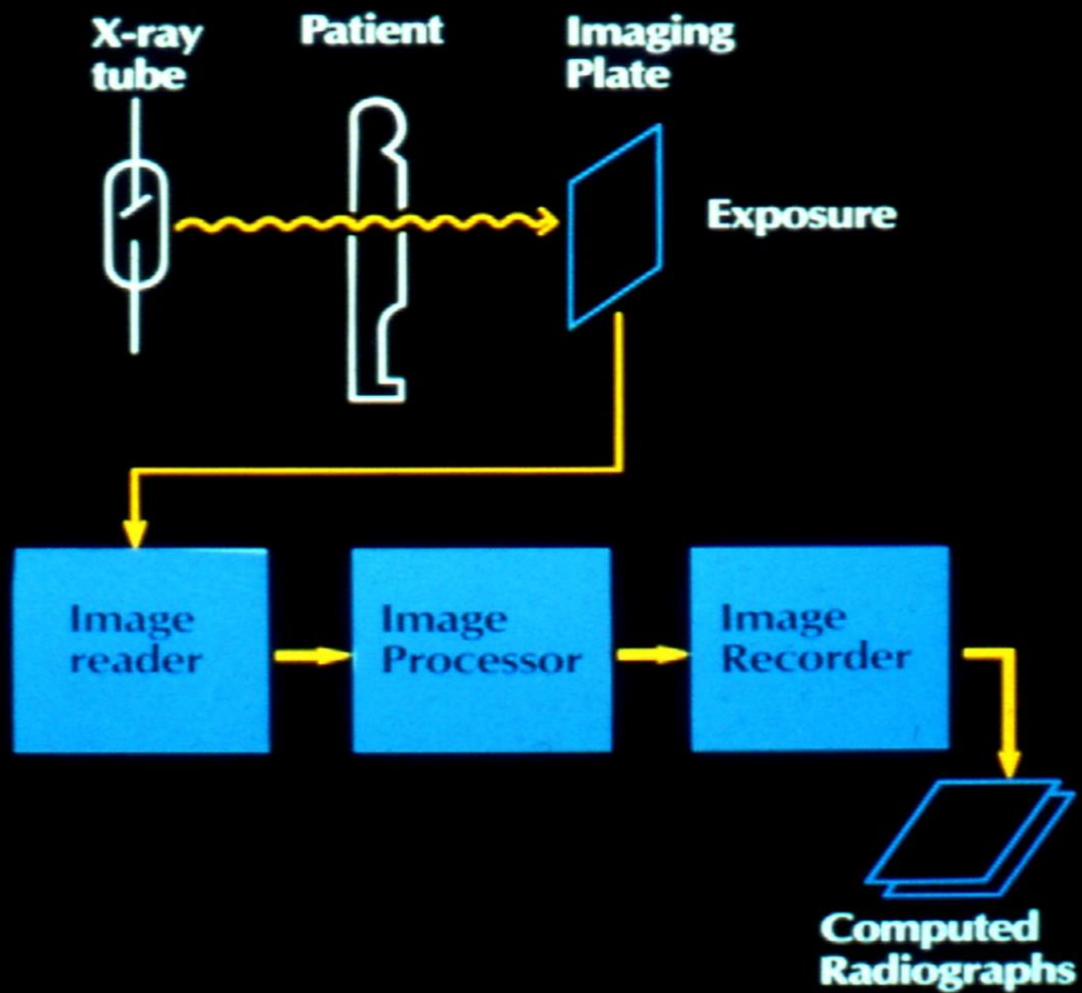
Принцип получения продольной томографии



Технологии получения проекционных изображений

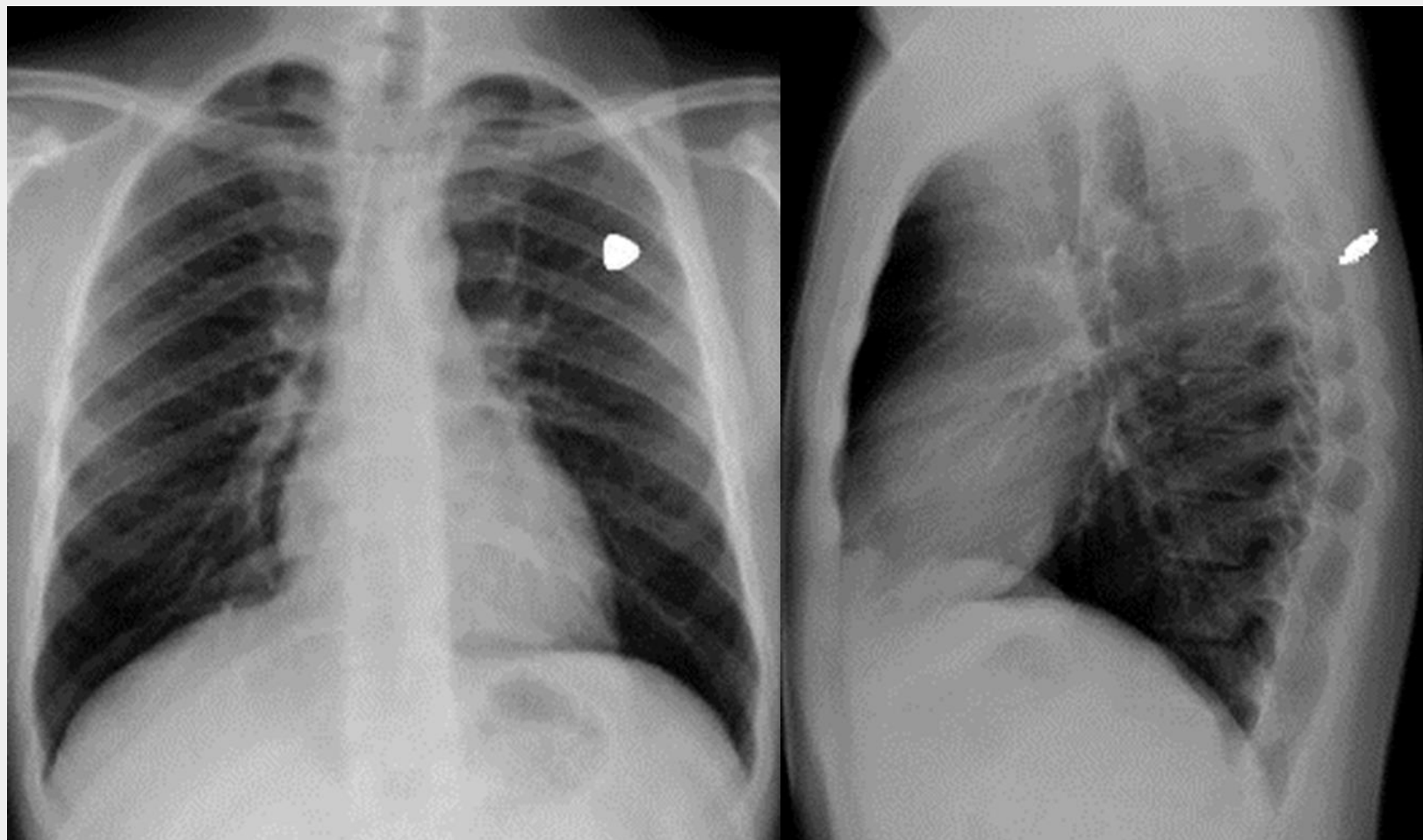
Универсальный аналоговый рентгеновский аппарат



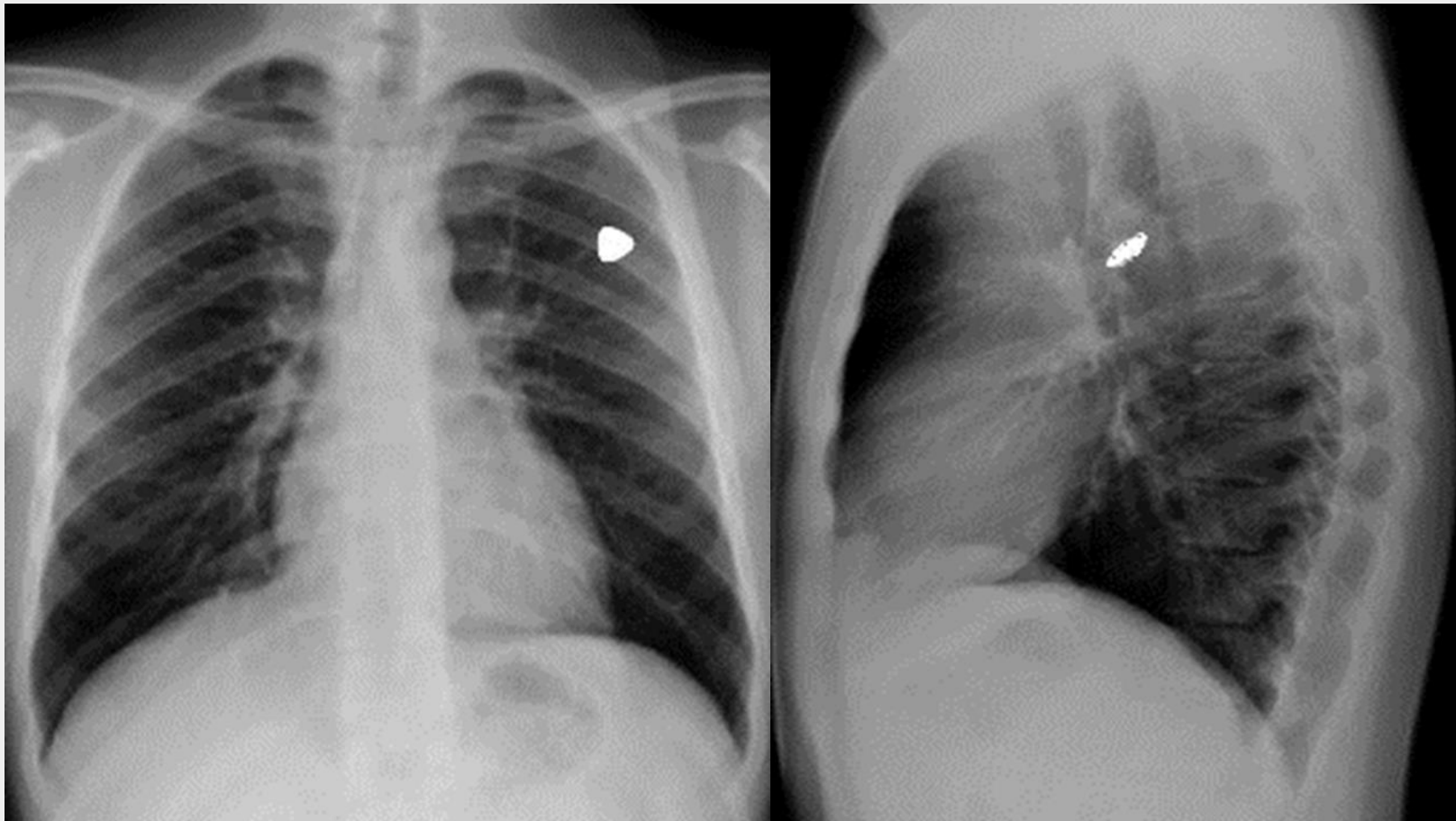


Рентгенологический метод

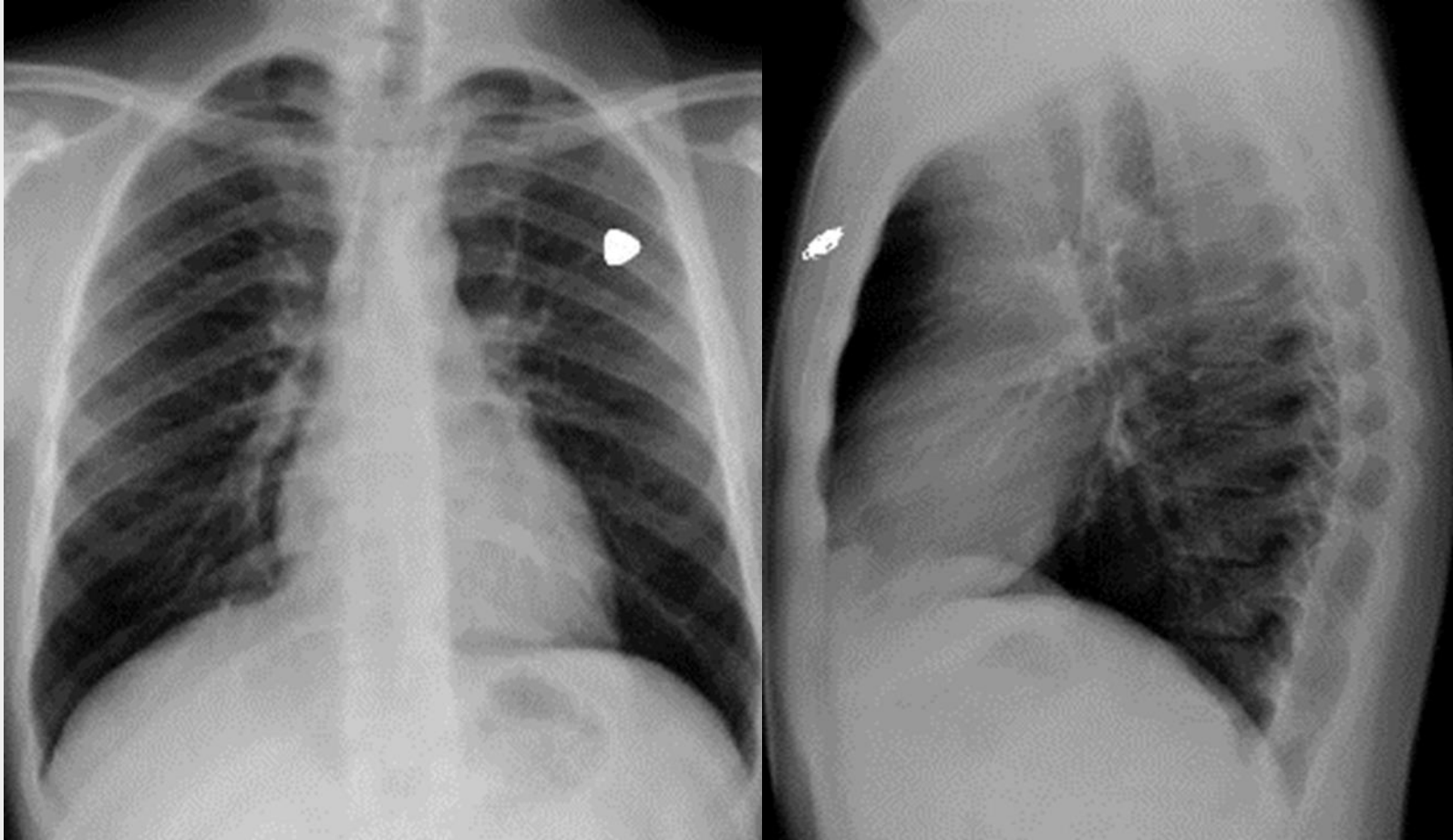
Рентгенография обзорная



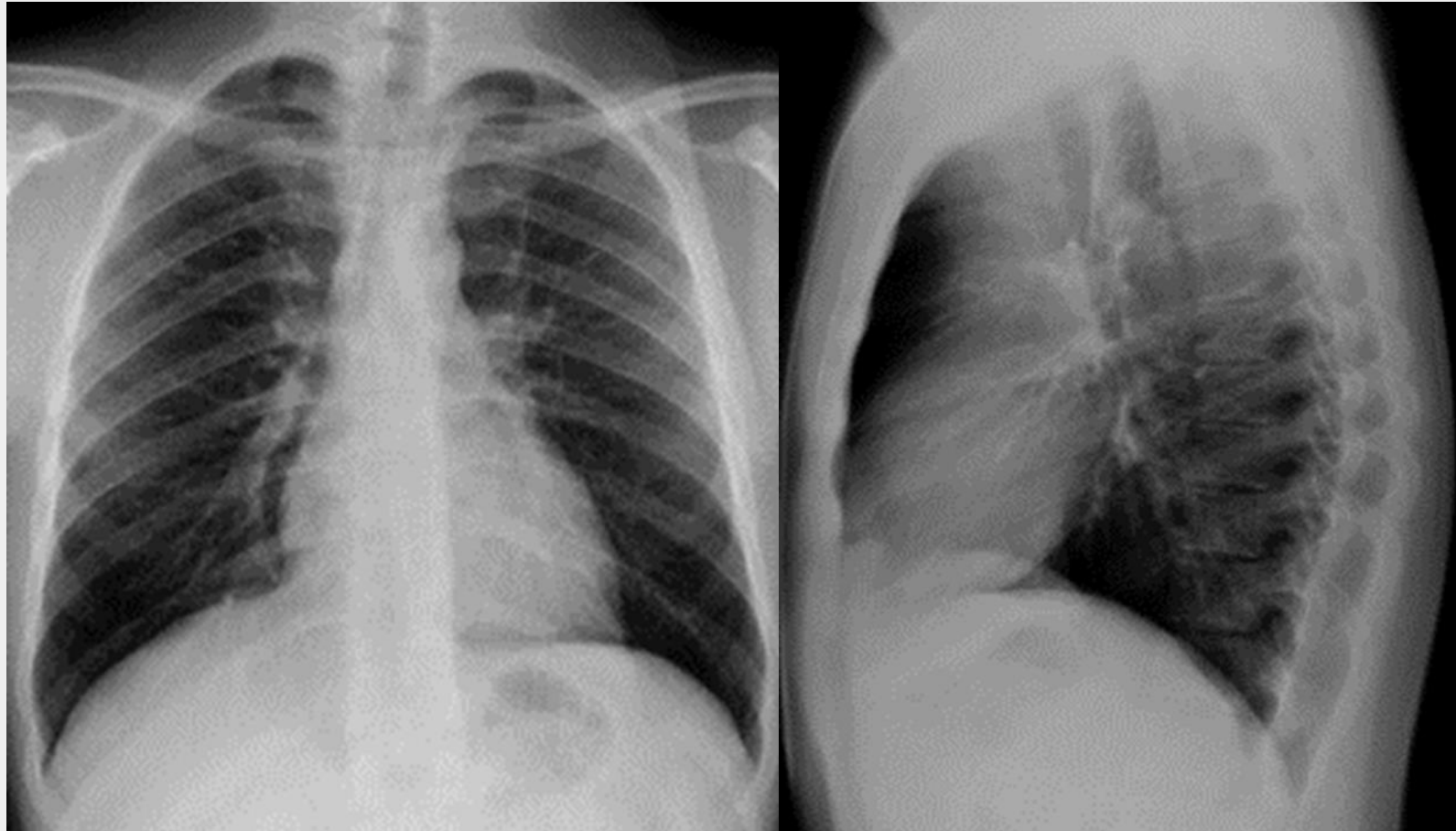
Рентгенография обзорная



Рентгенография обзорная



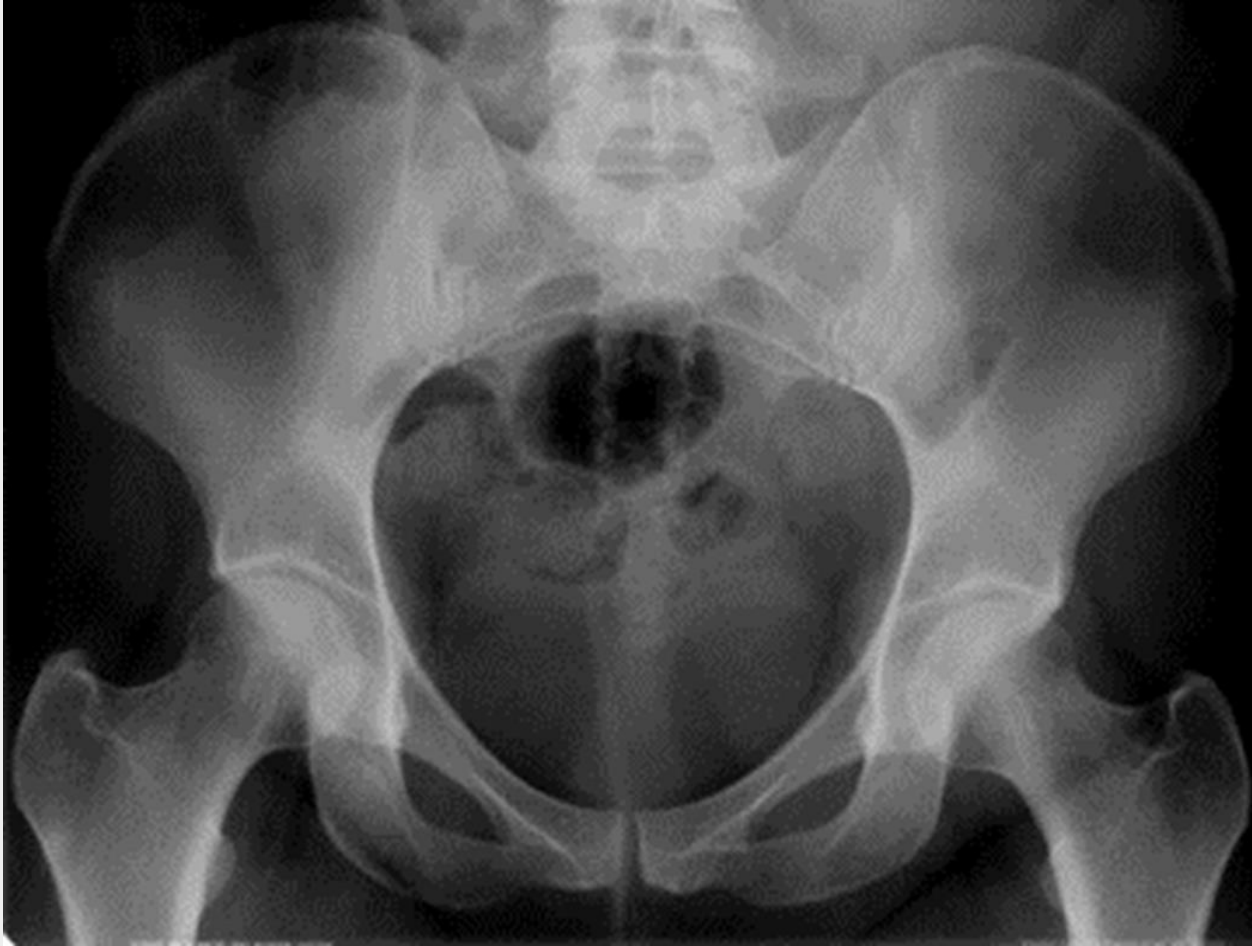
Рентгенография обзорная



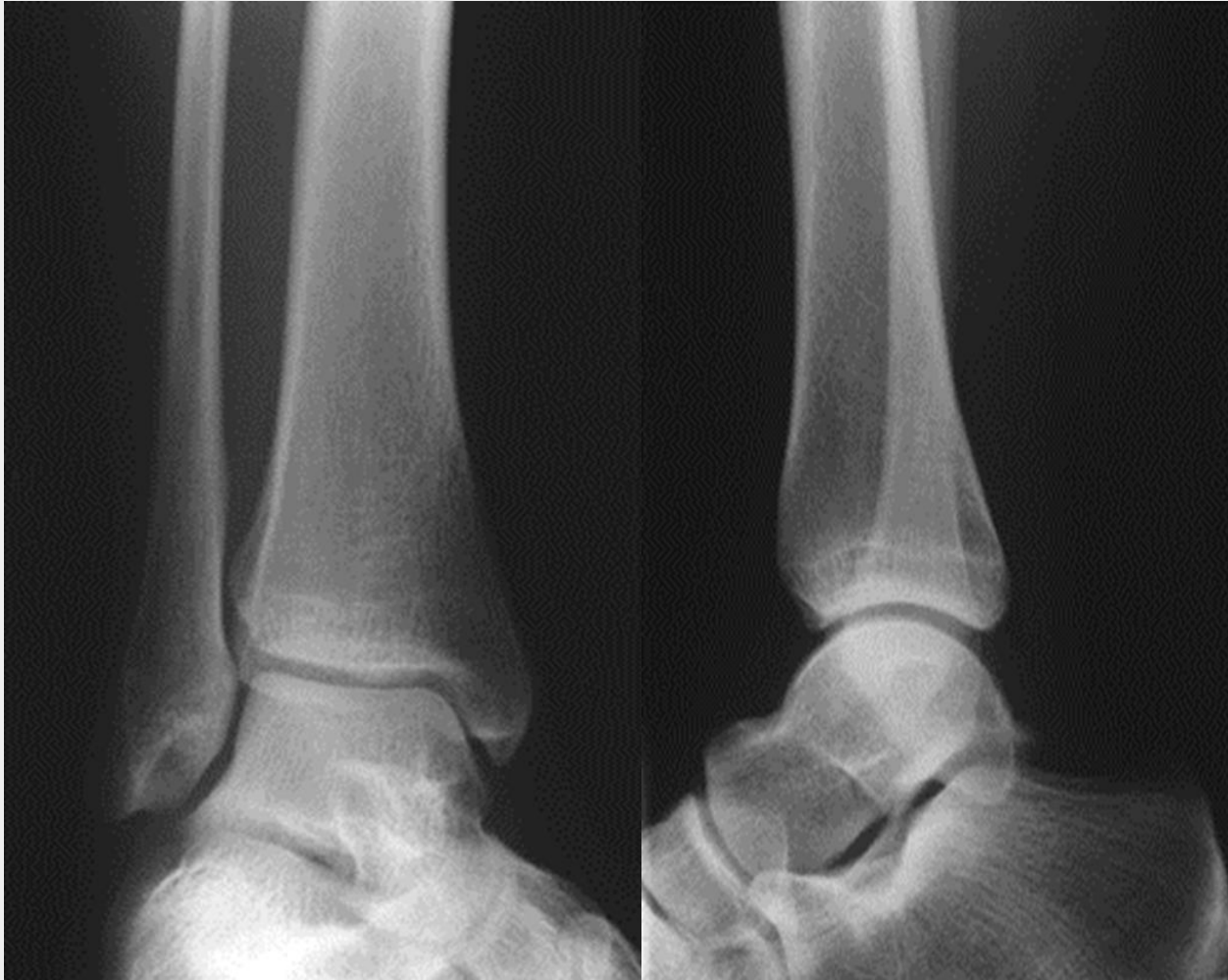
Рентгенография обзорная



Рентгенография обзорная



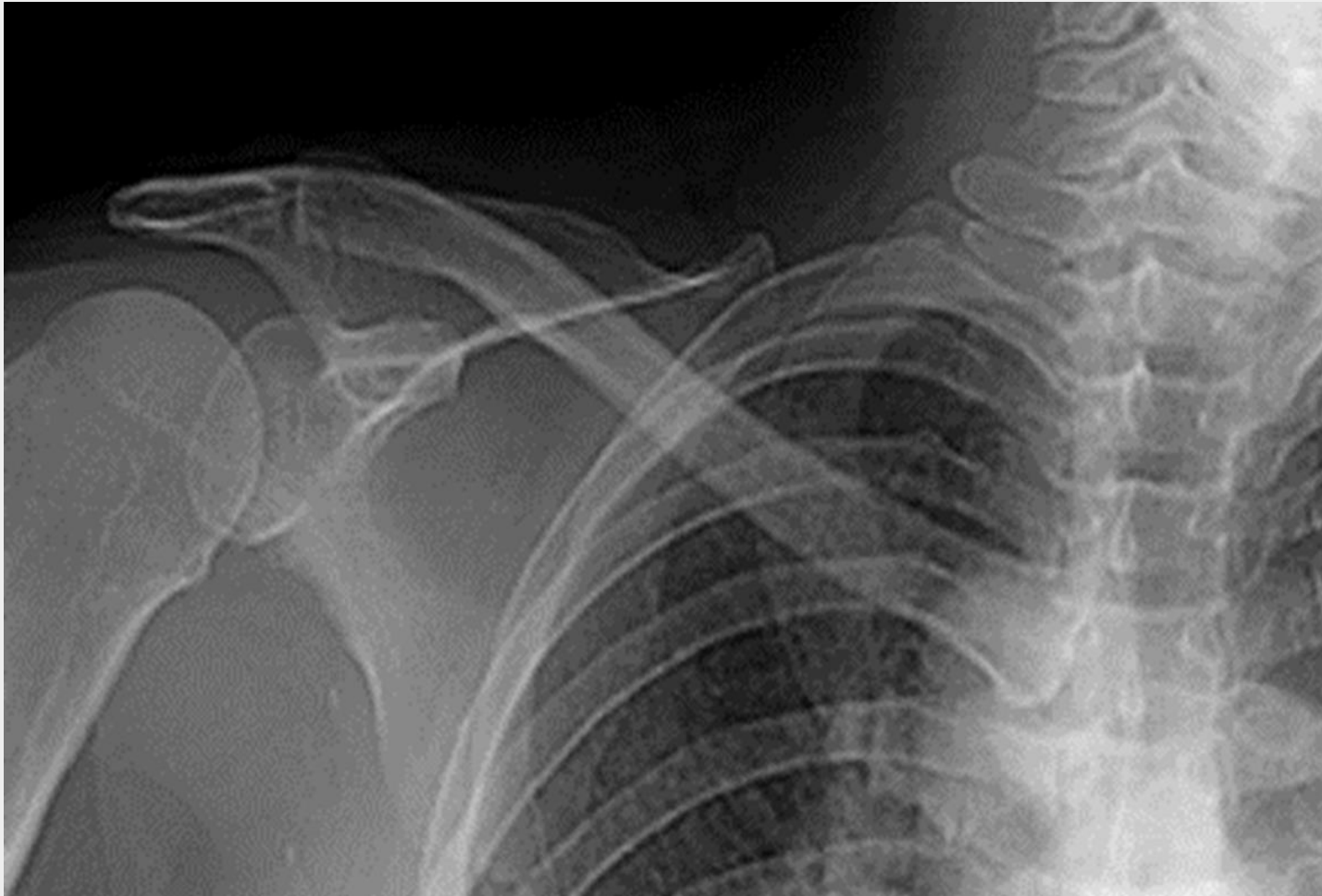
Рентгенография обзорная



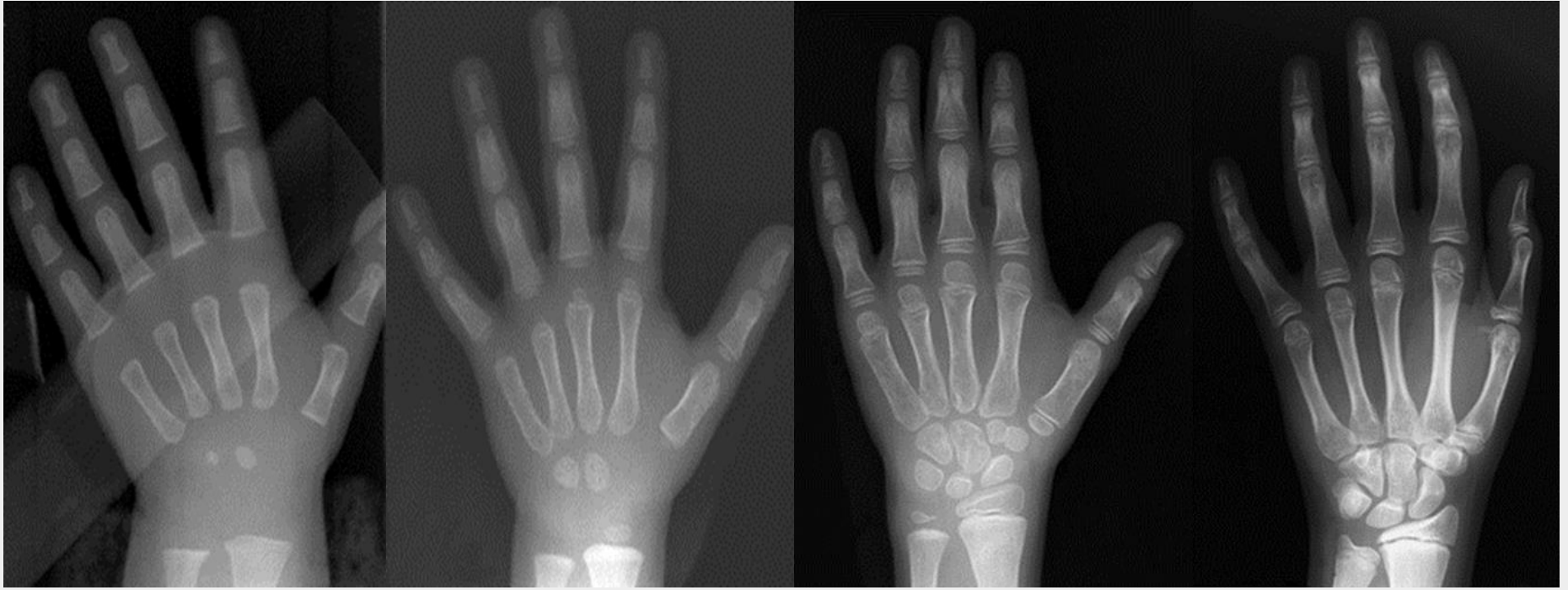
Рентгенография обзорная



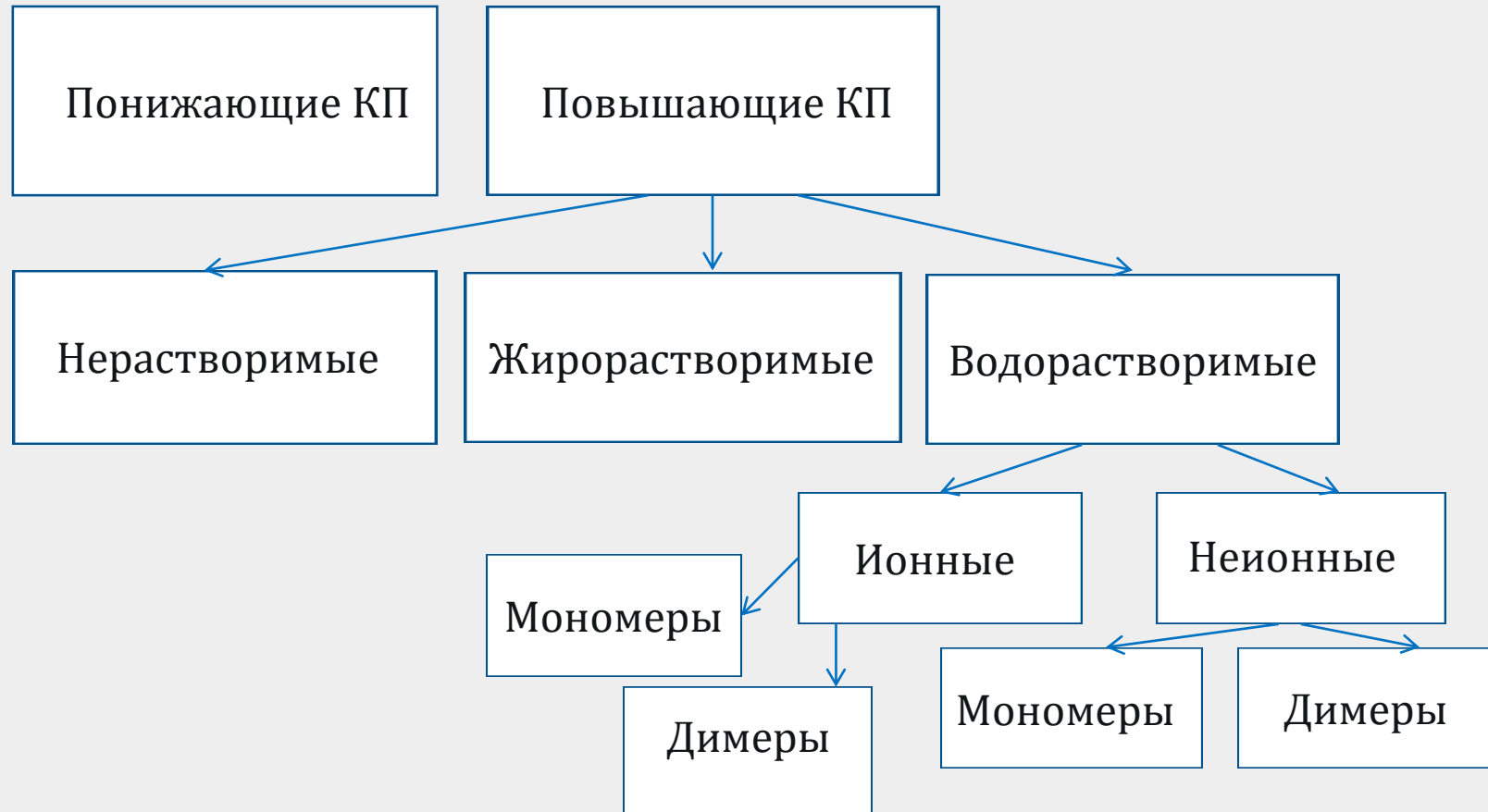
Рентгенография прицельная



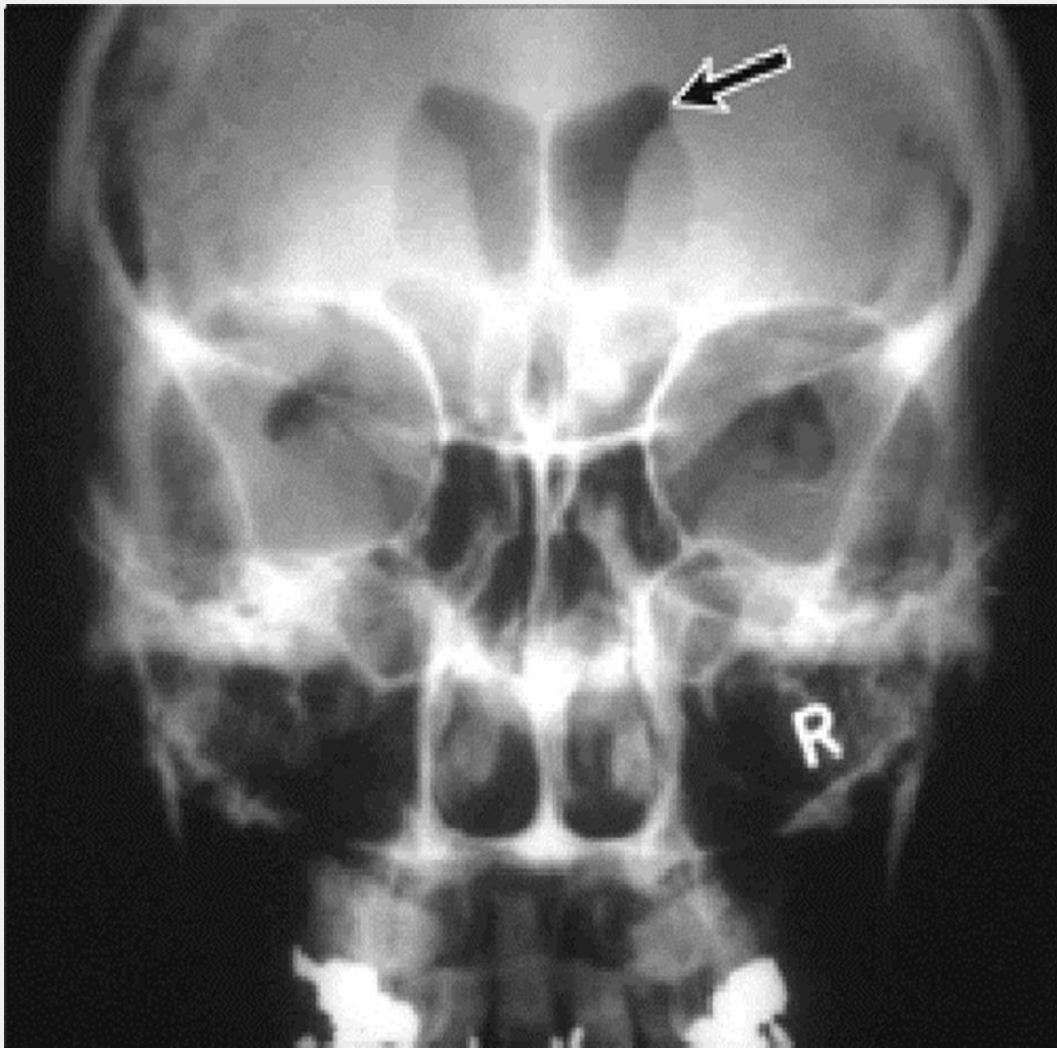
Возрастные особенности



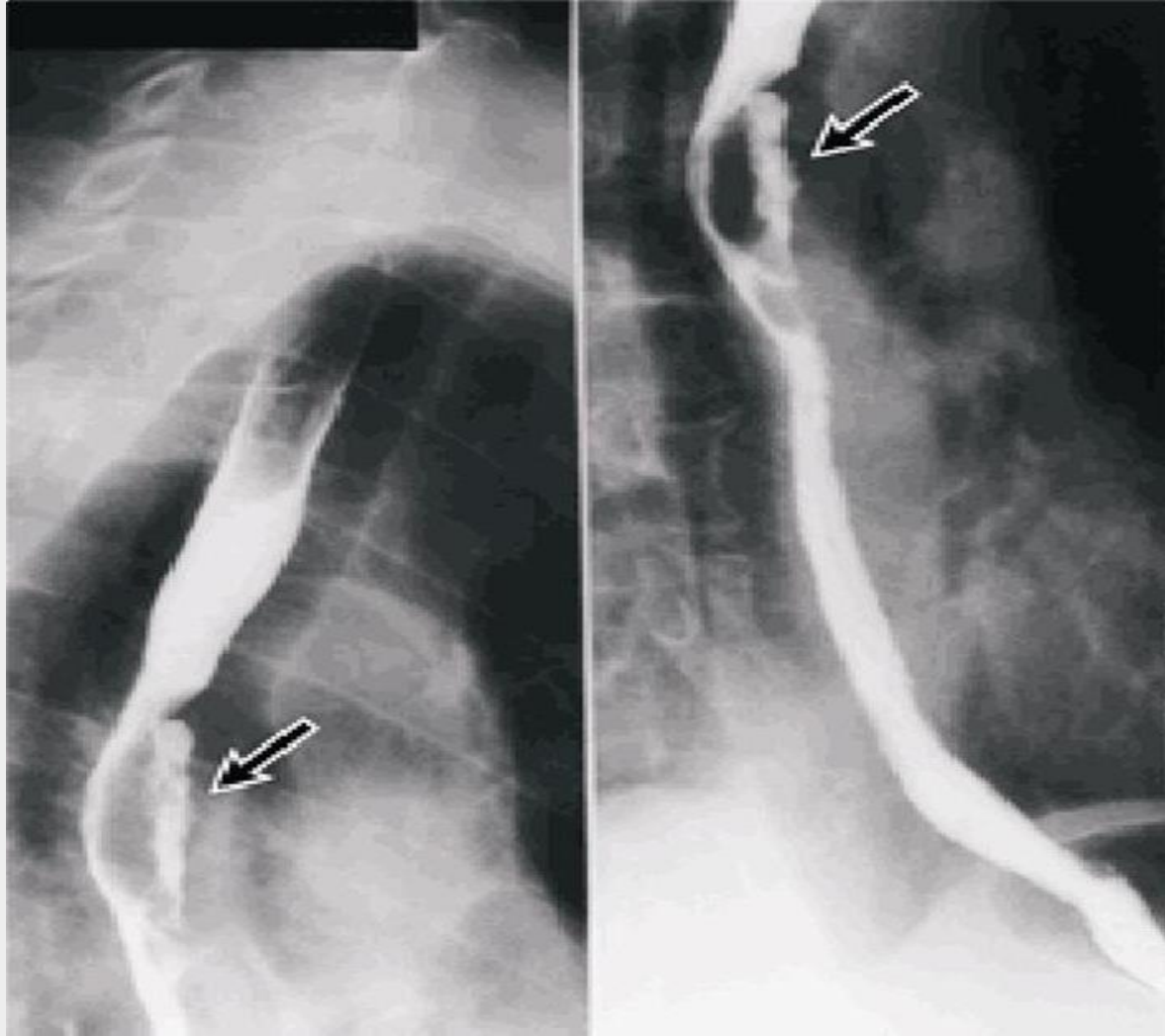
Основные типы контрастных препаратов



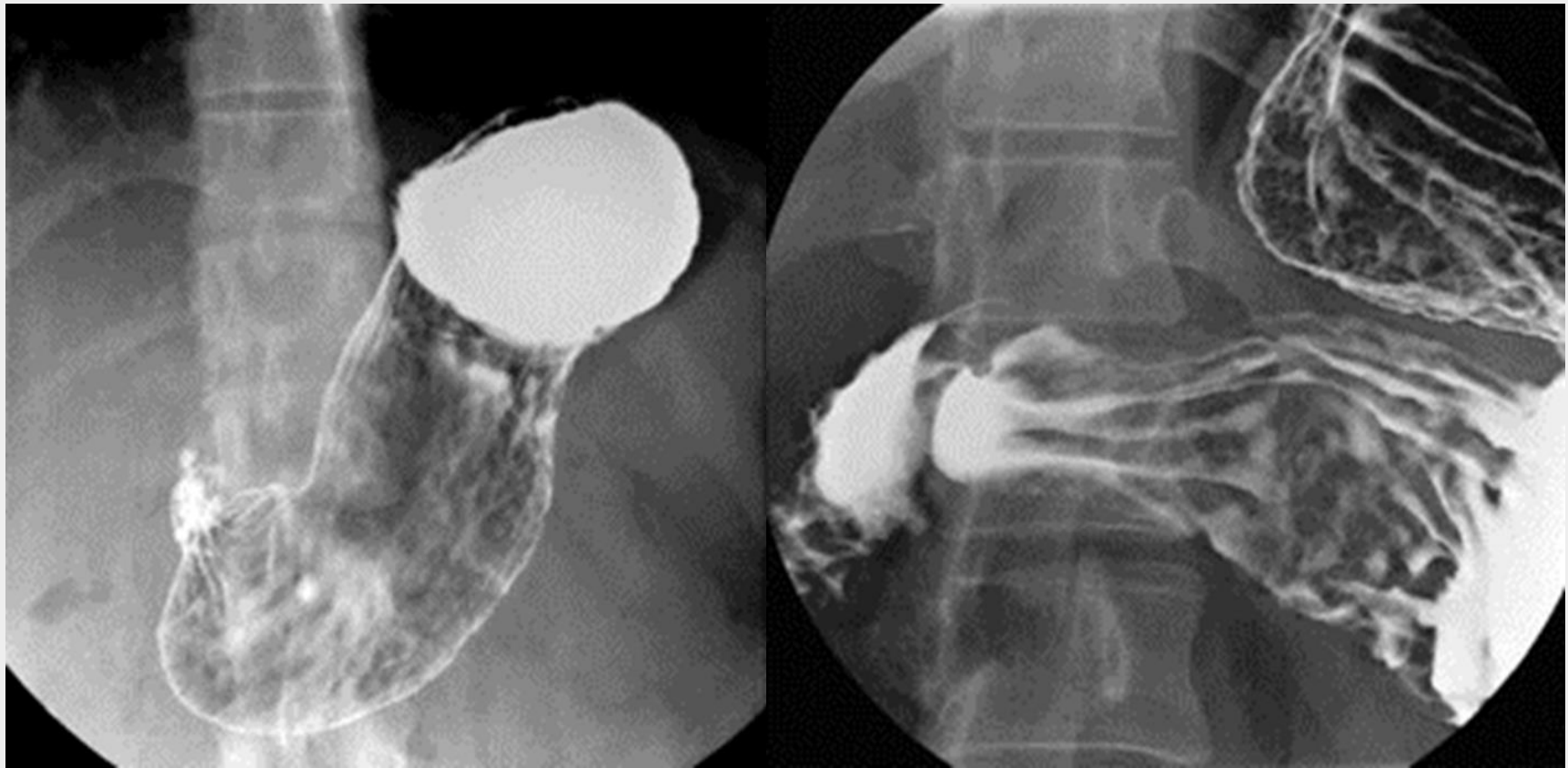
Пневмоэнцефалограмма



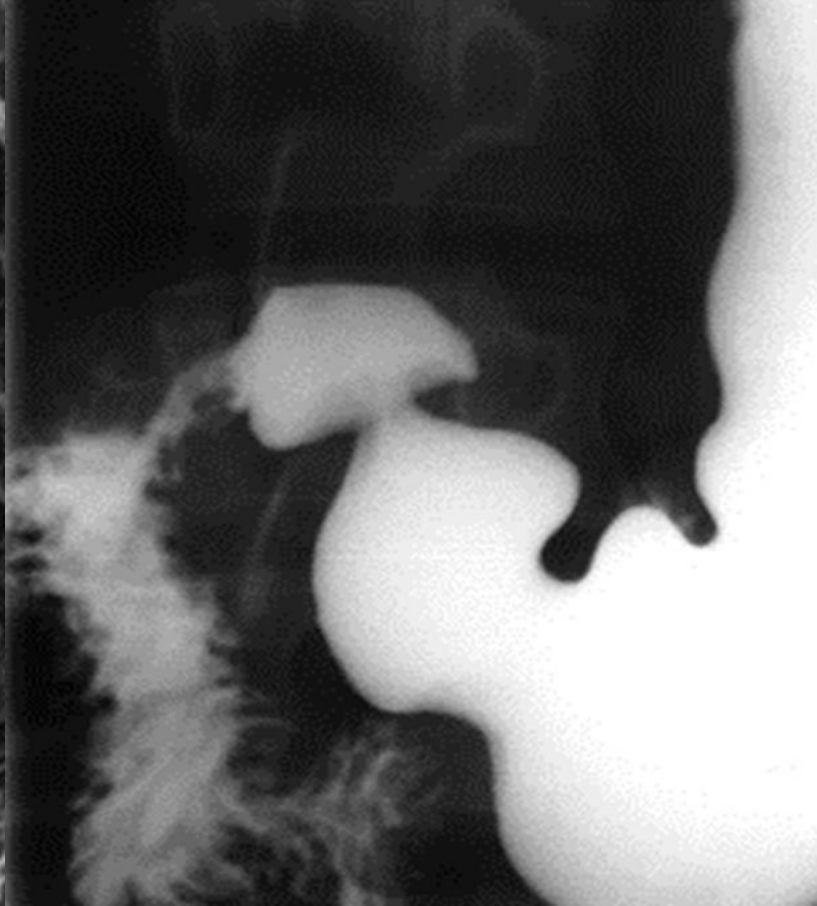
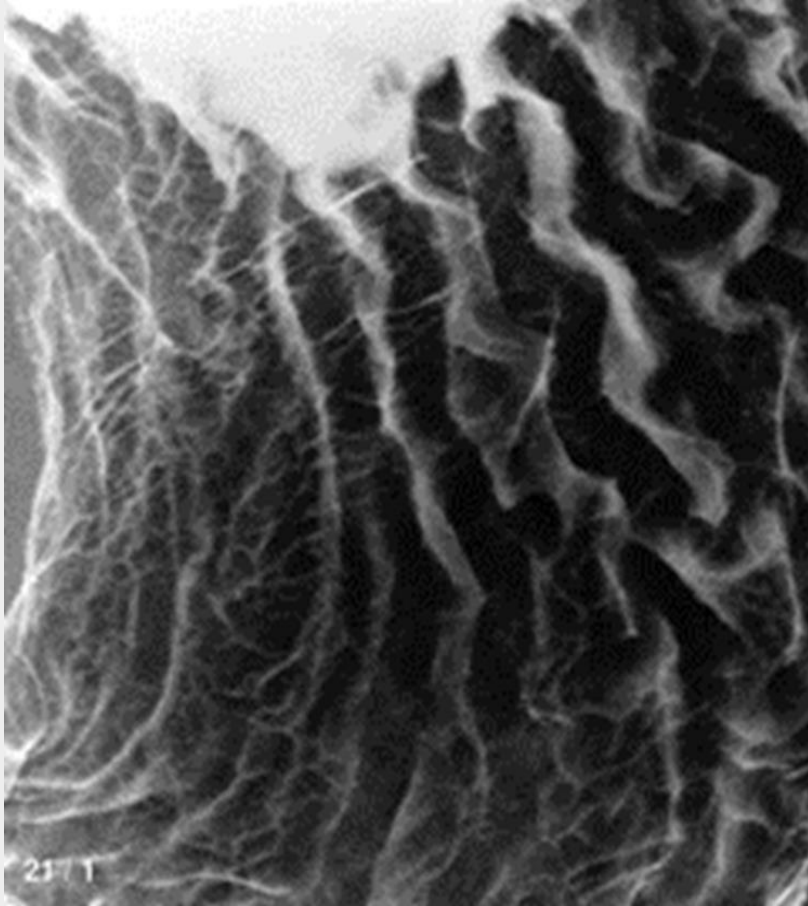
Метод контрастного завтрака



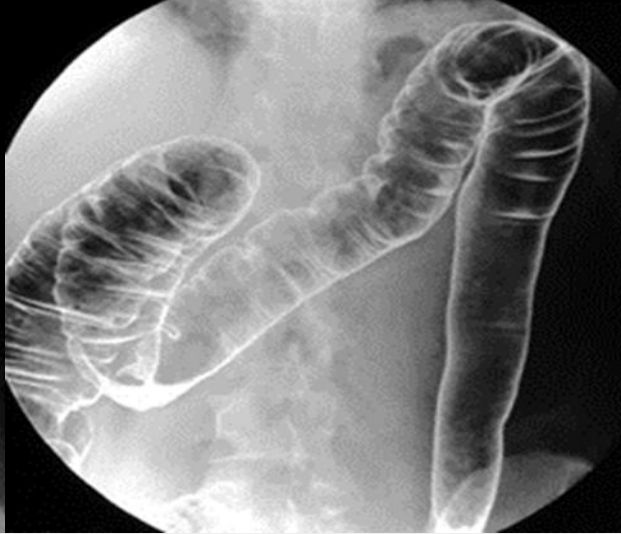
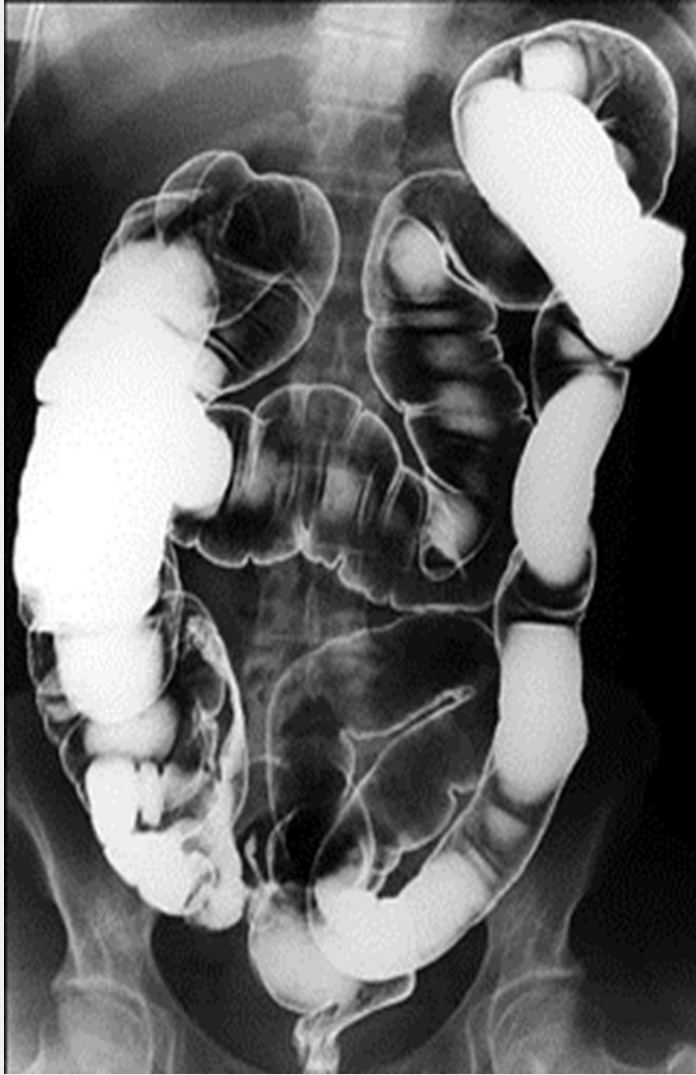
Метод контрастного завтрака



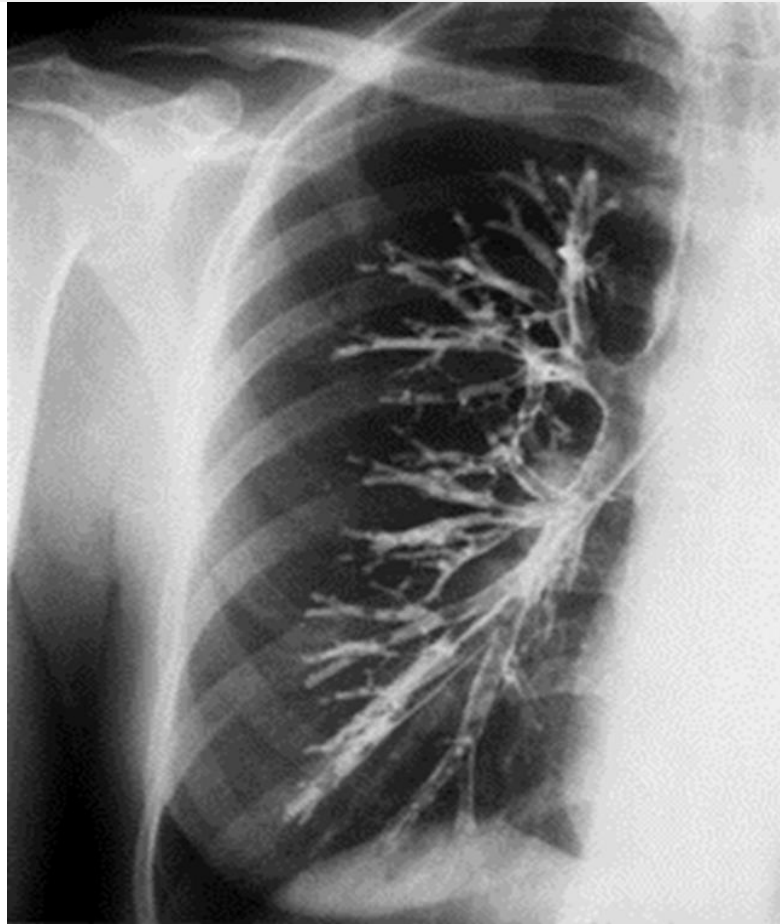
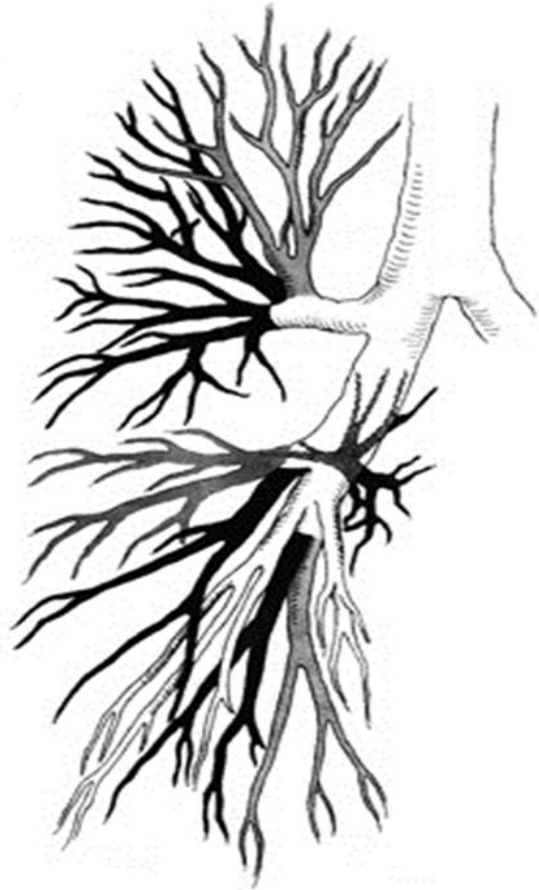
Метод контрастного завтрака



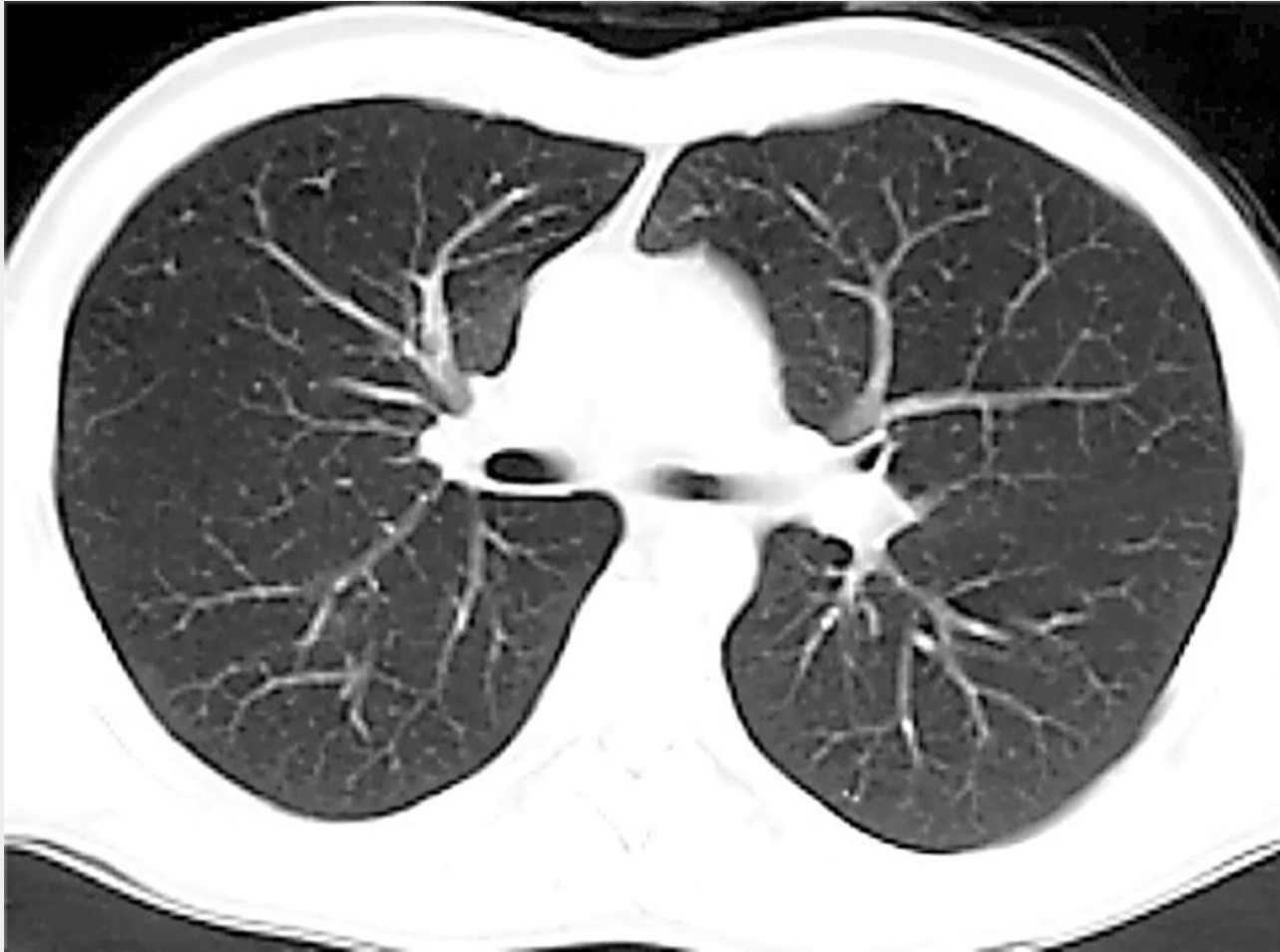
Иригография



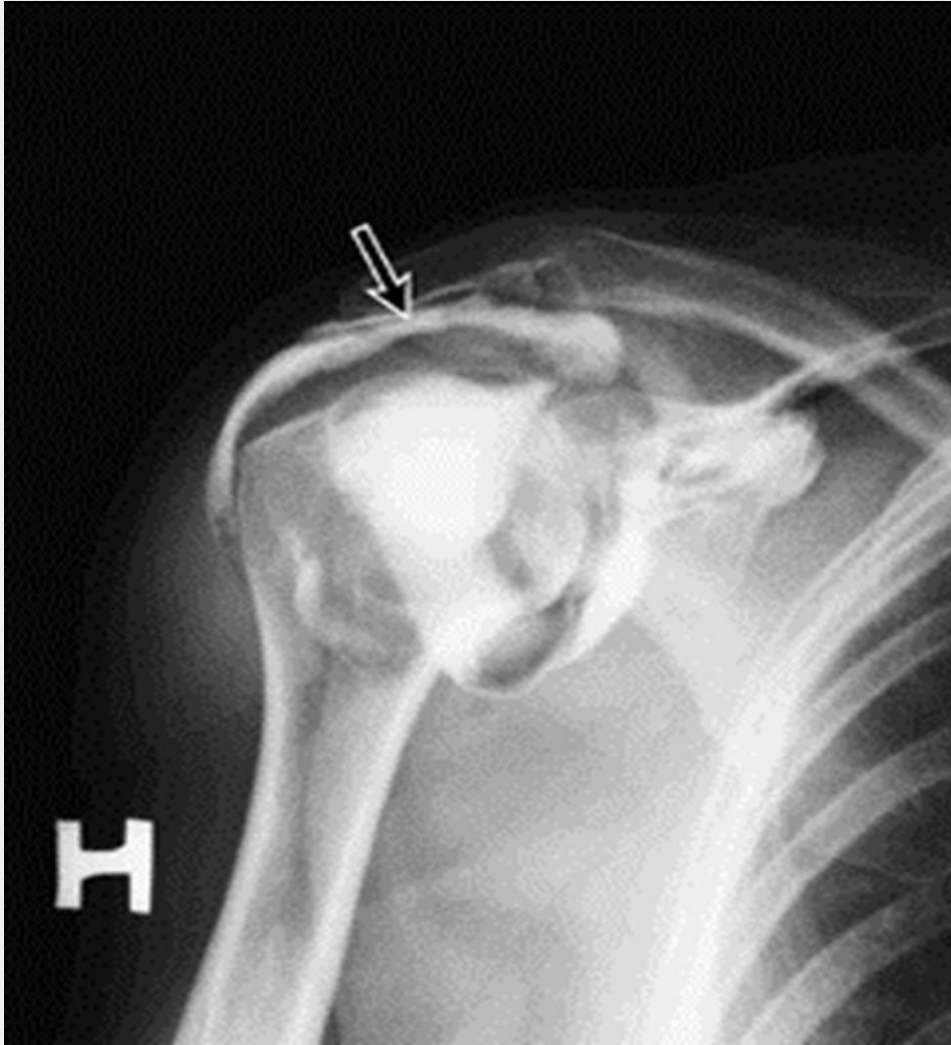
Бронхография



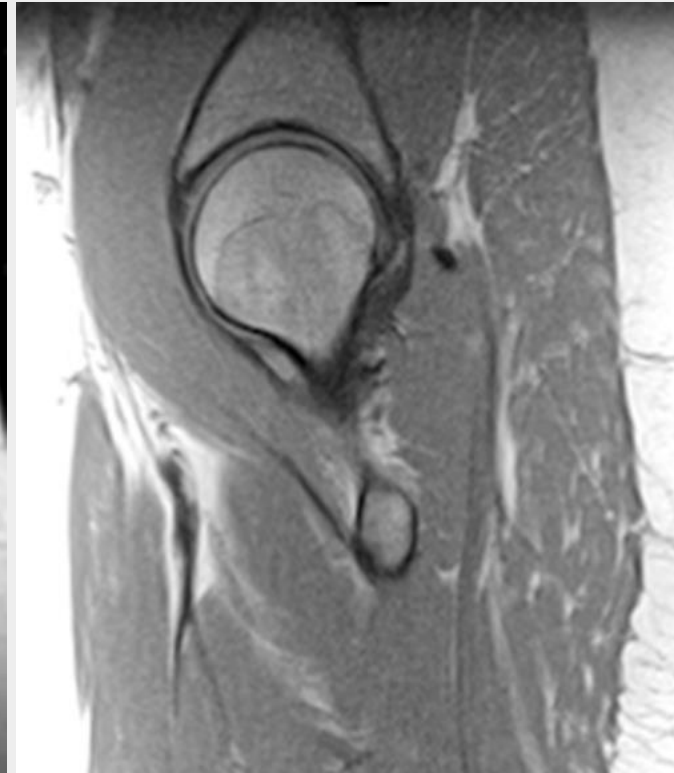
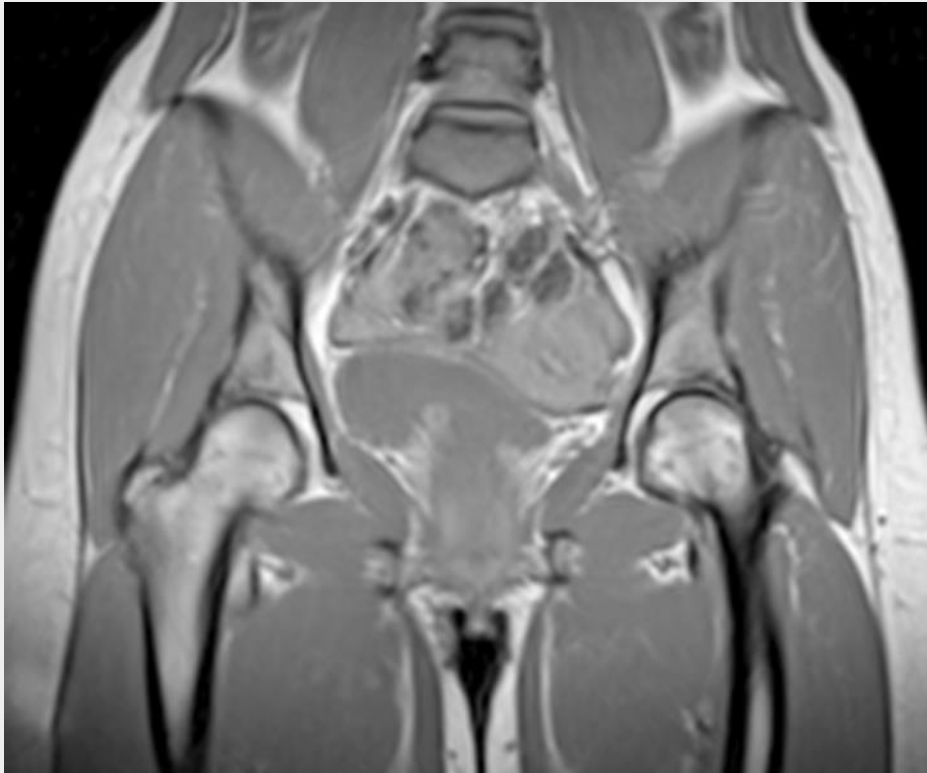
Компьютерная томография



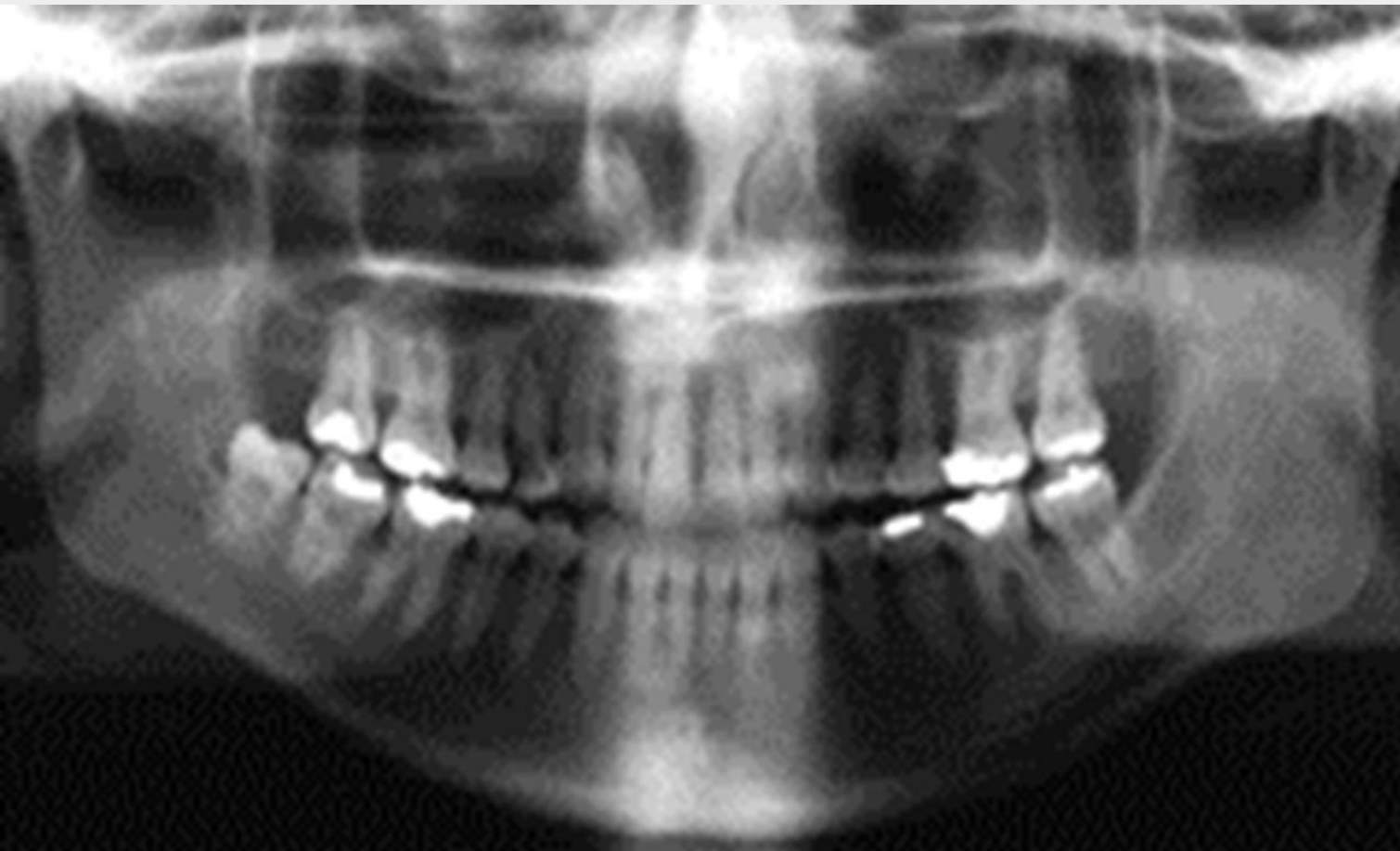
Артрография



Магнитно-резонансная томография



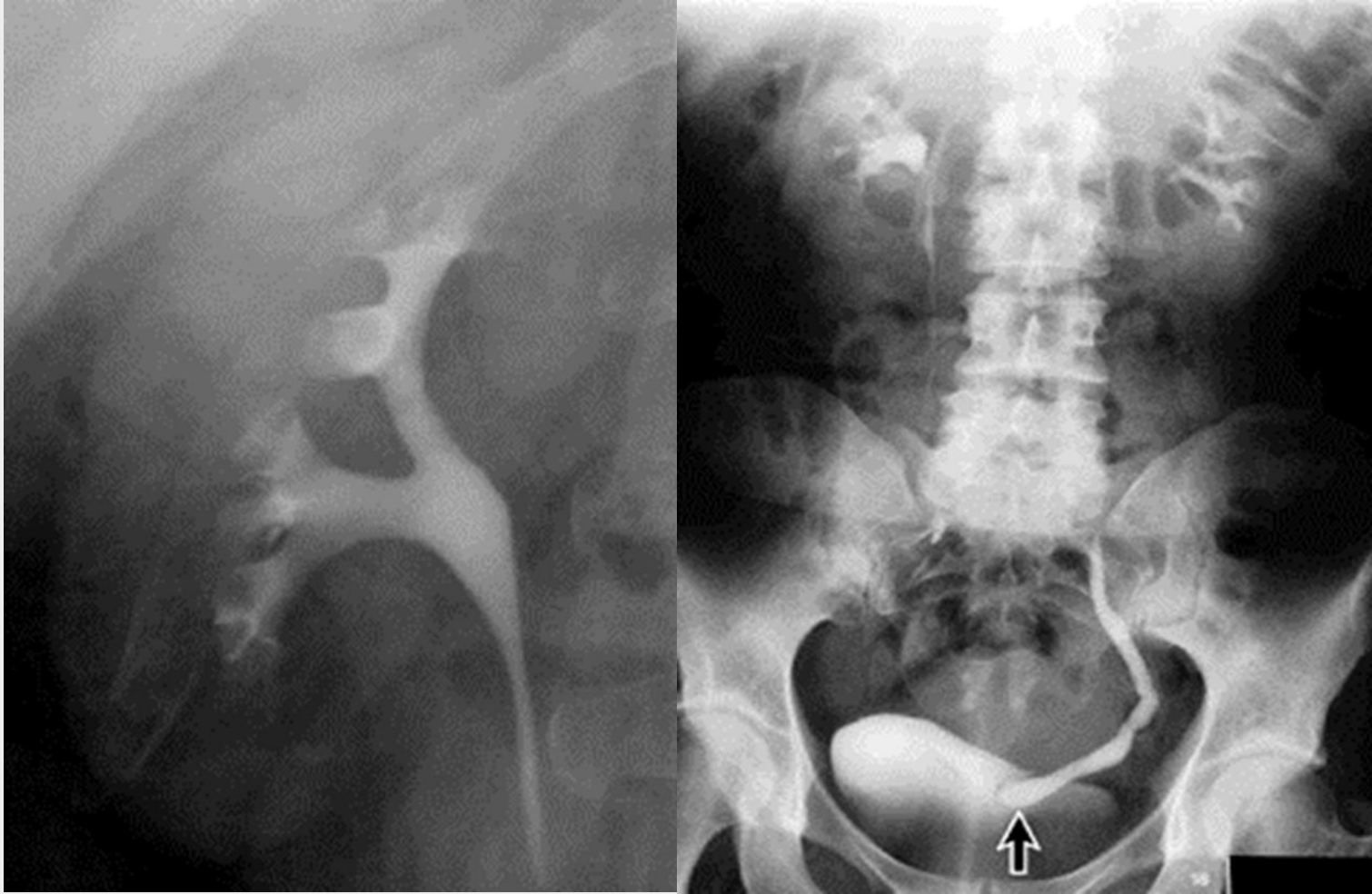
Ортопантограмма



Экскреторная урография



Экскреторная урография



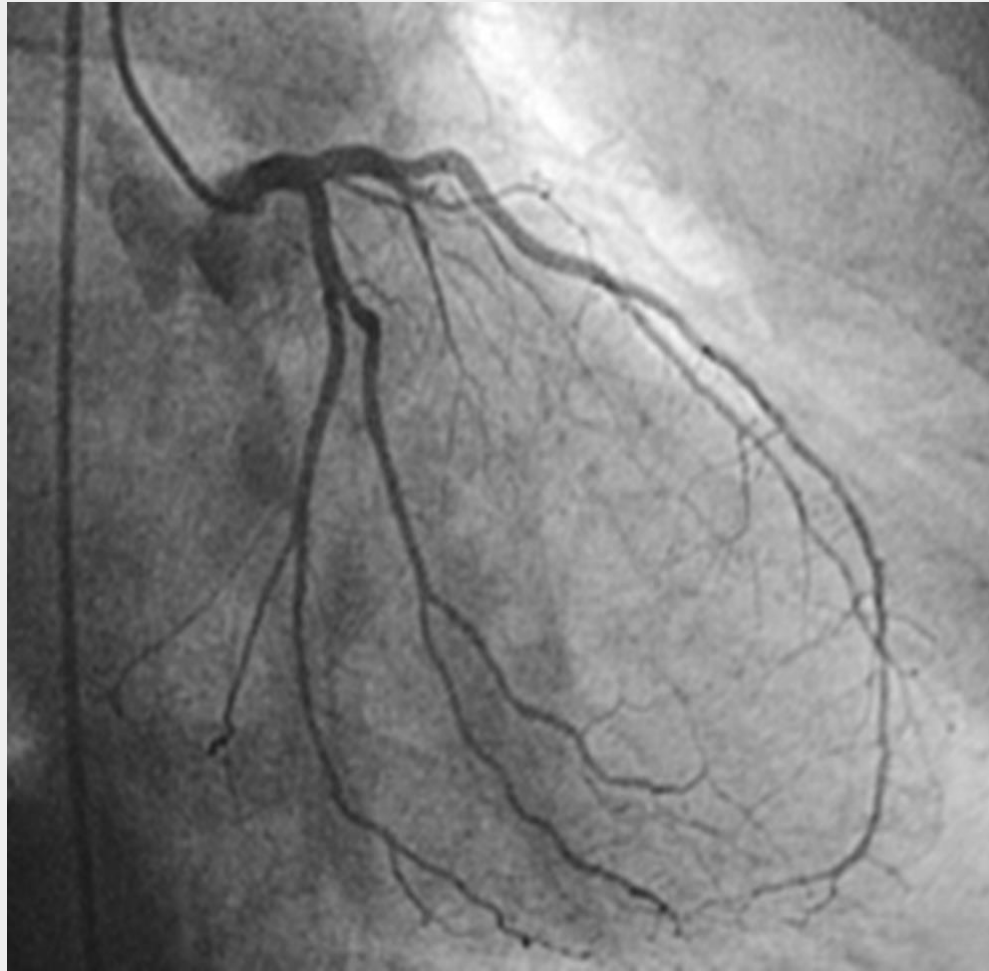
Холецистография



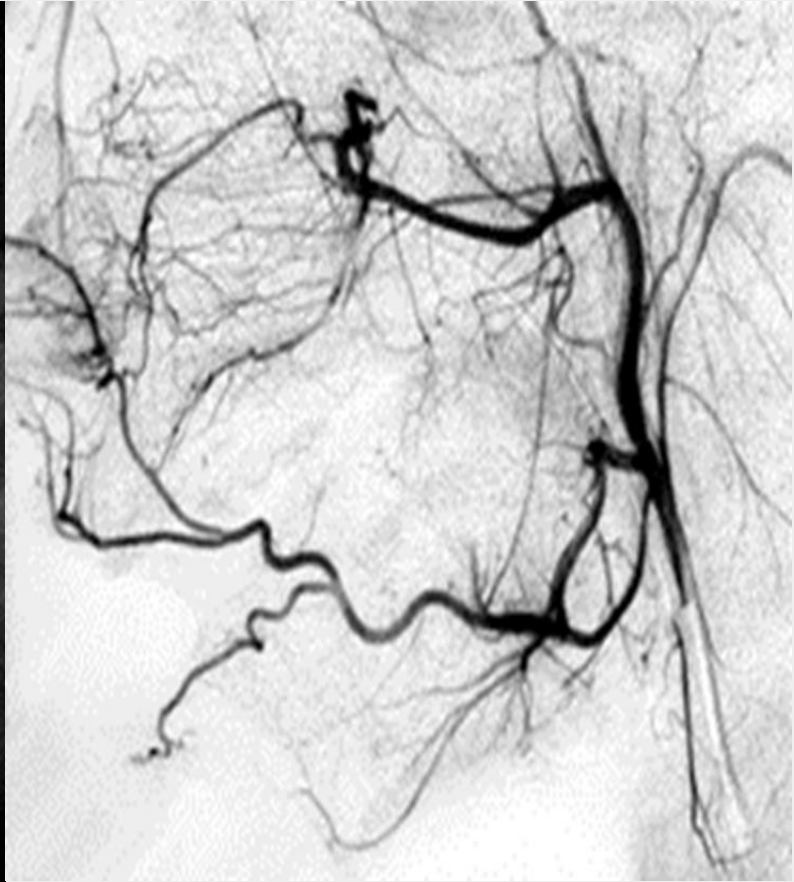
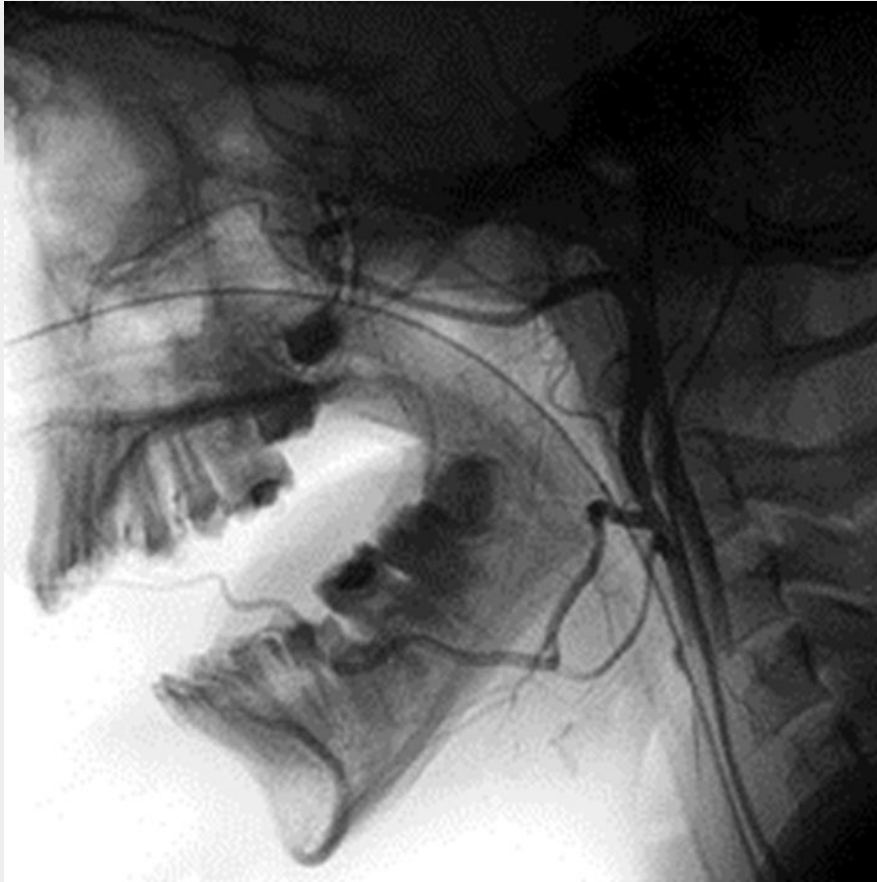
Ретроградная холангио-панкреатография



Ангиография

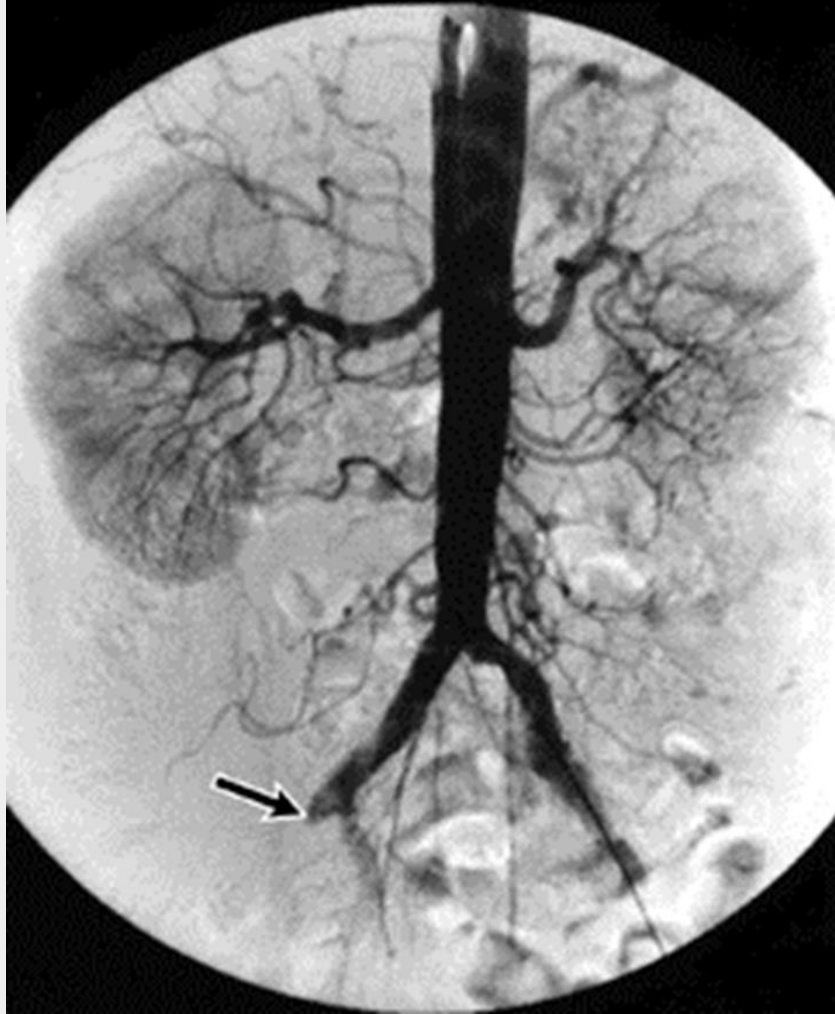


Ангиография



Рентгенодиагностика

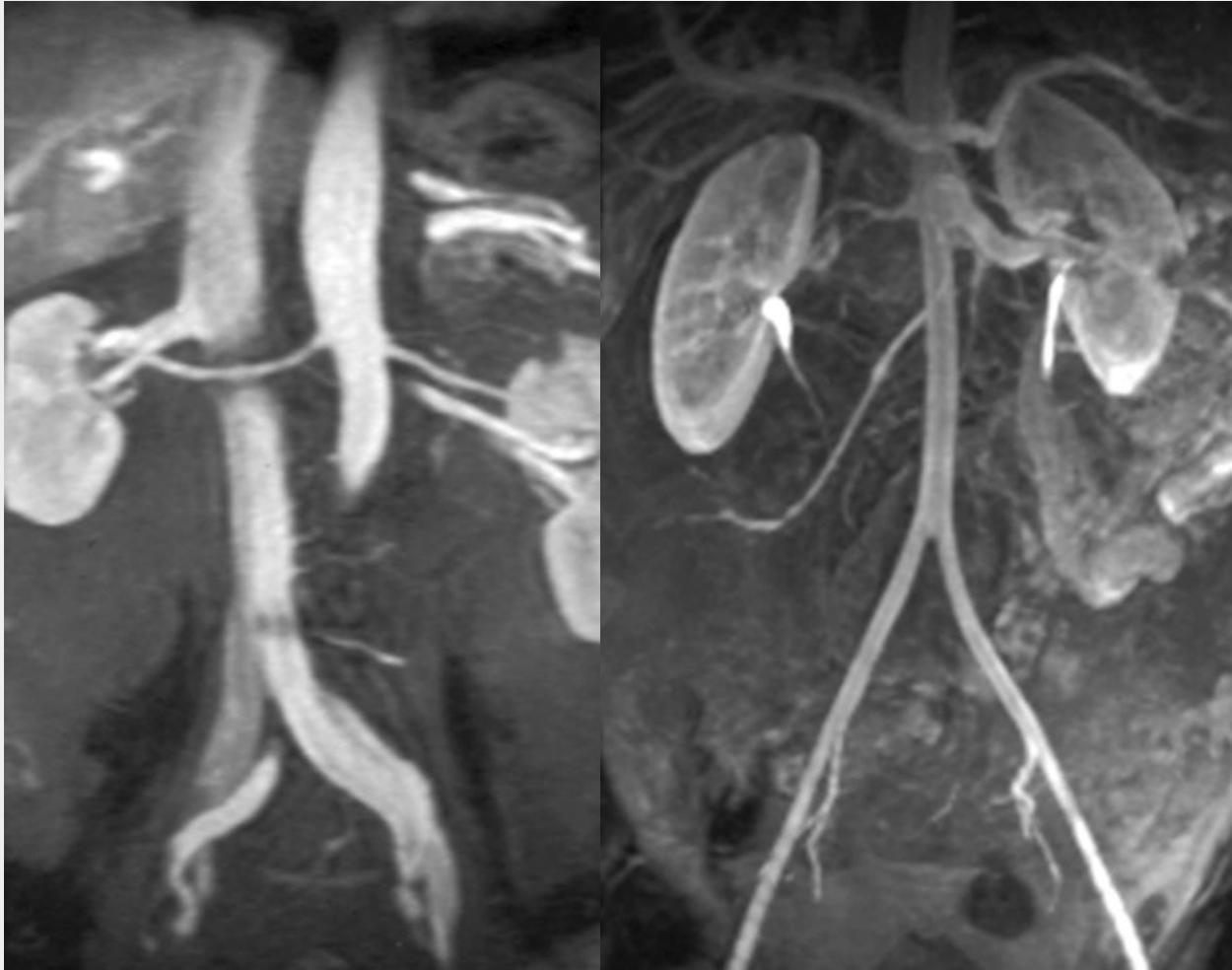
Аортография



Лимфография



КТ- и МР-ангиография

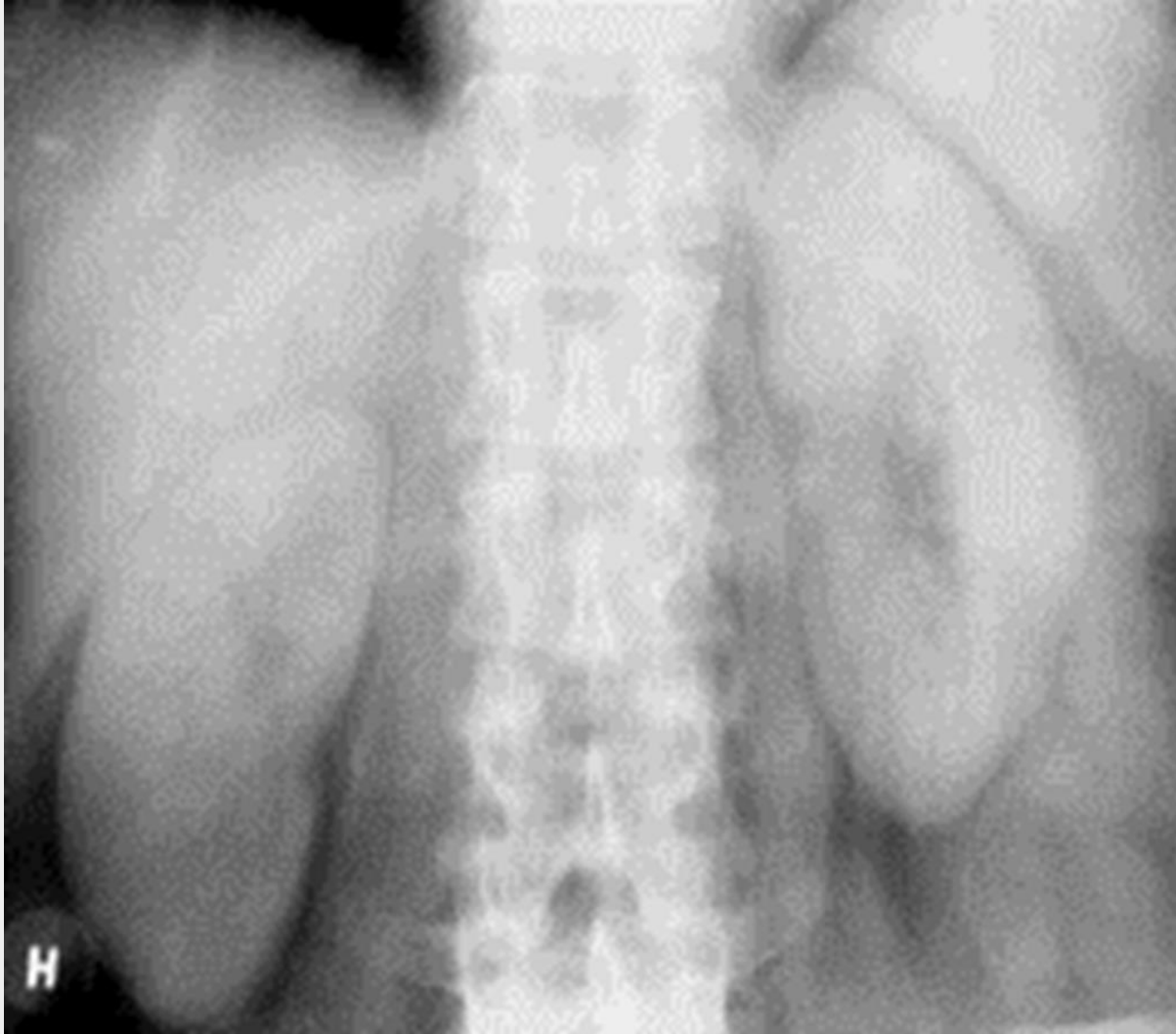


Гистеросальпингография



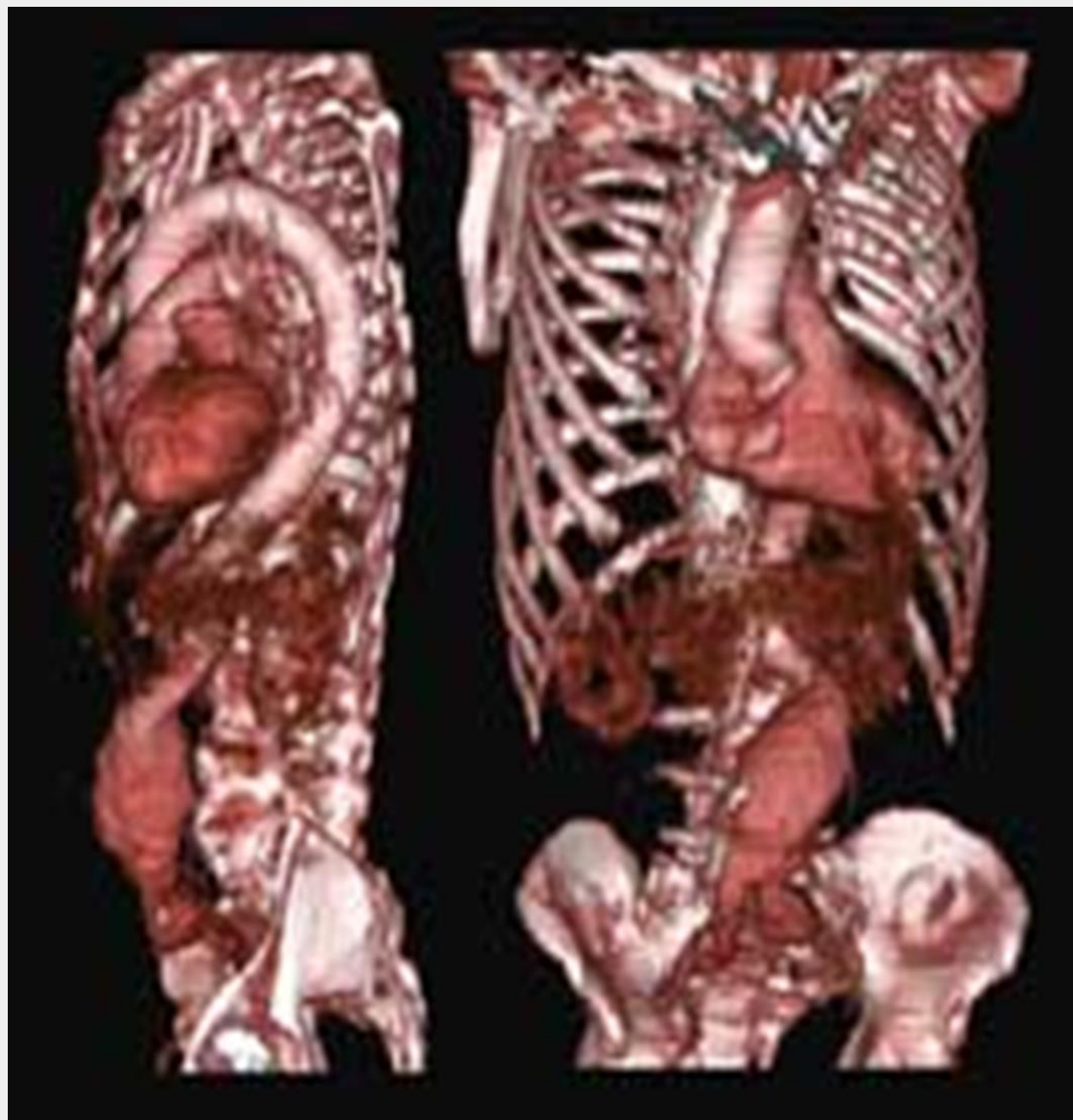


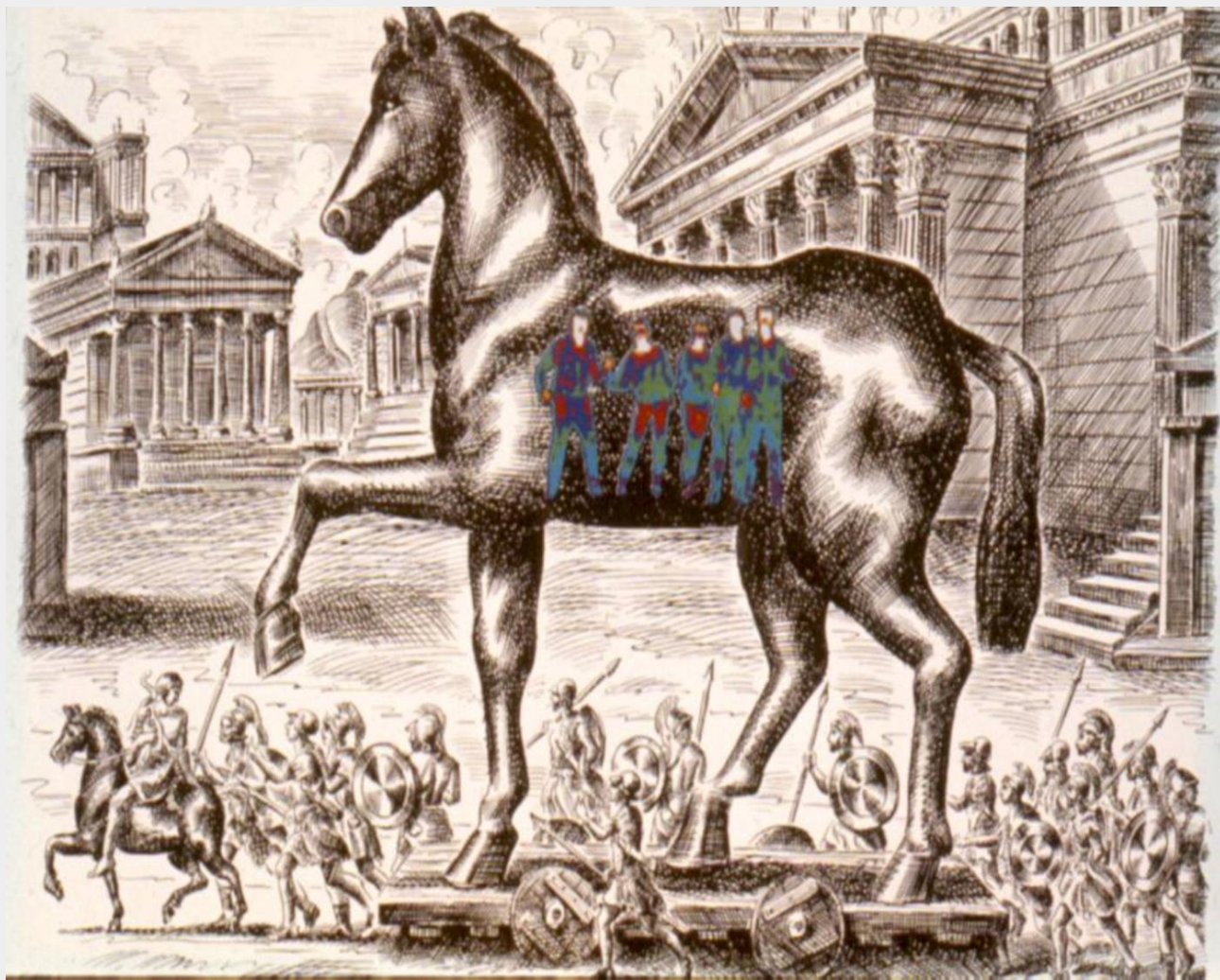
Продольная томография



Комплексное лучевое исследование











Рентгенологический метод лучевой диагностики

**Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии
Сеченовский Университет**

Москва, Россия

Лектор: д.м.н., профессор Шехтер Анатолий Ильич

Москва, Россия

Основные методы лучевой диагностики

Рентгенологический метод

Рентгеновская компьютерная томография

Радионуклидный метод

Ультразвуковой метод

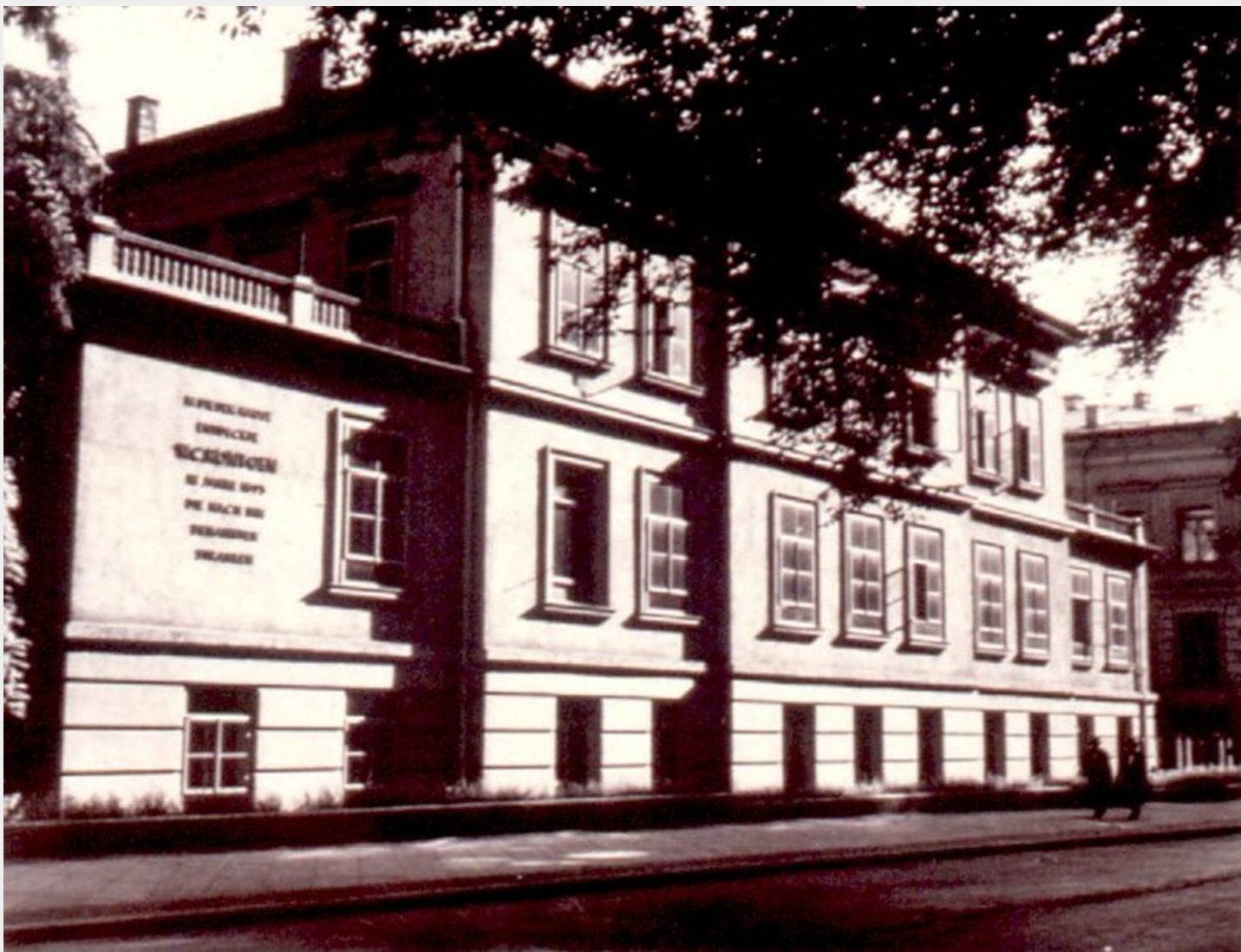
Магнитно-резонансная томография и магнитно-резонансная спектроскопия

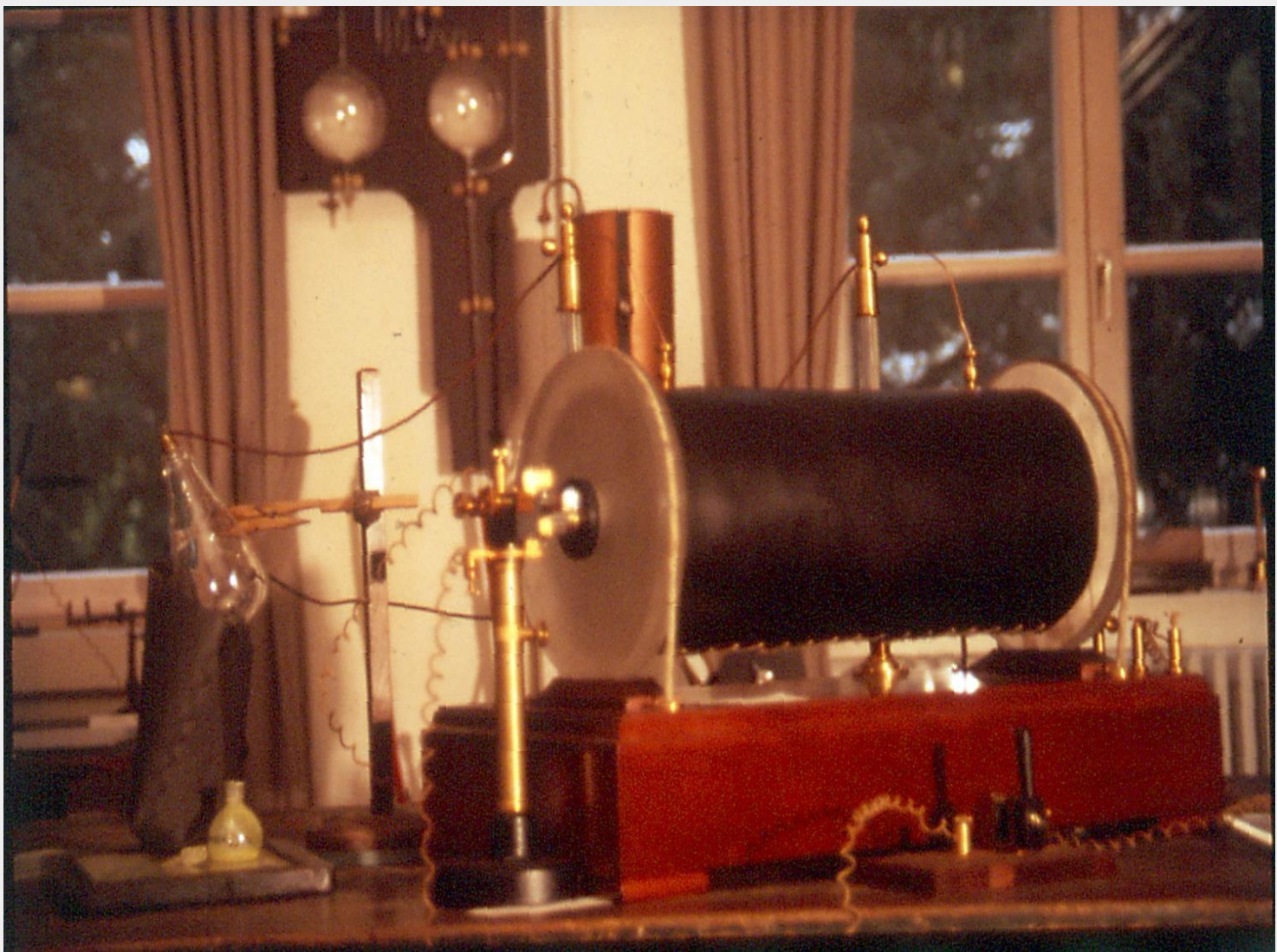
Позитронно-эмиссионная томография

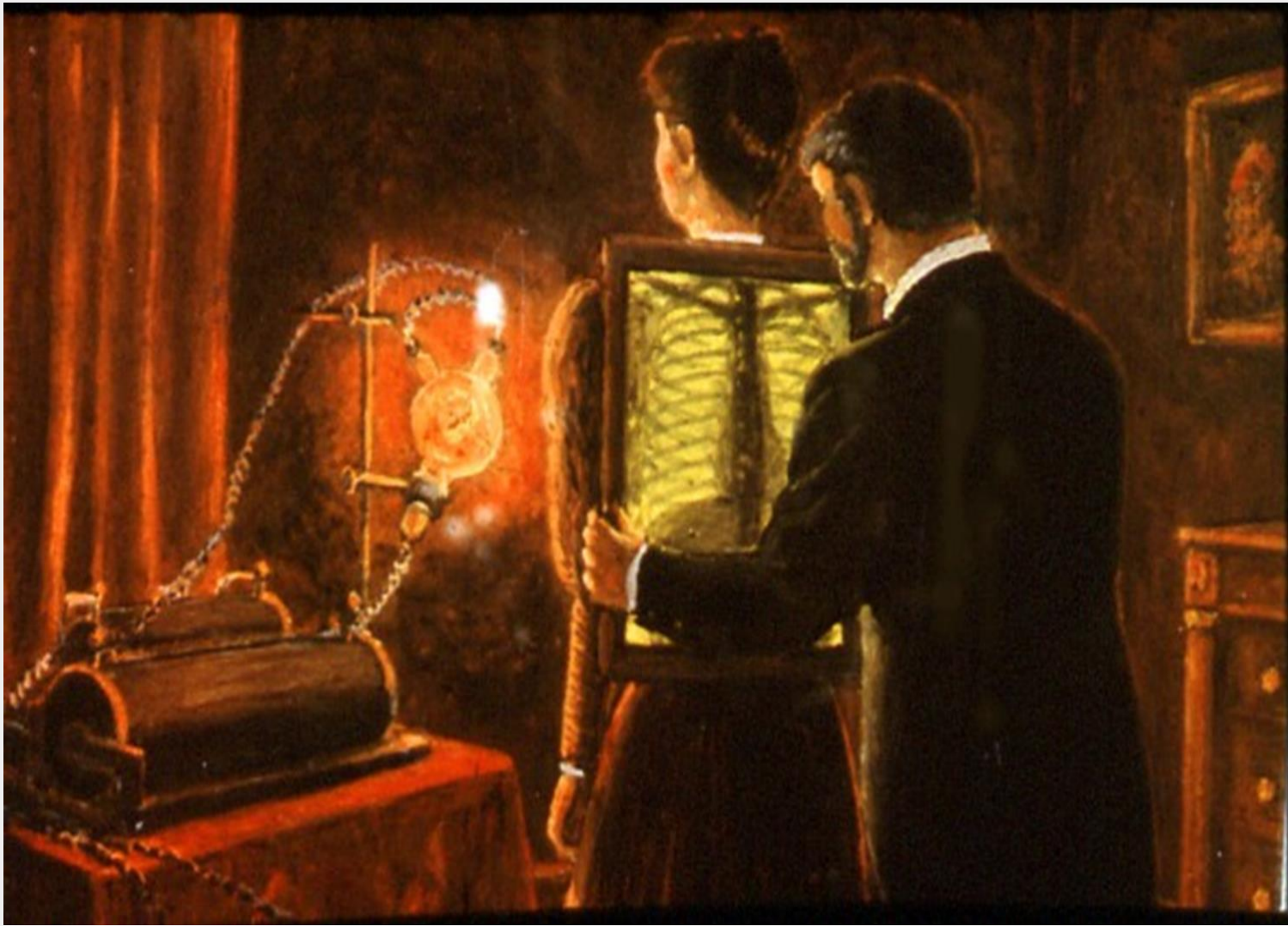


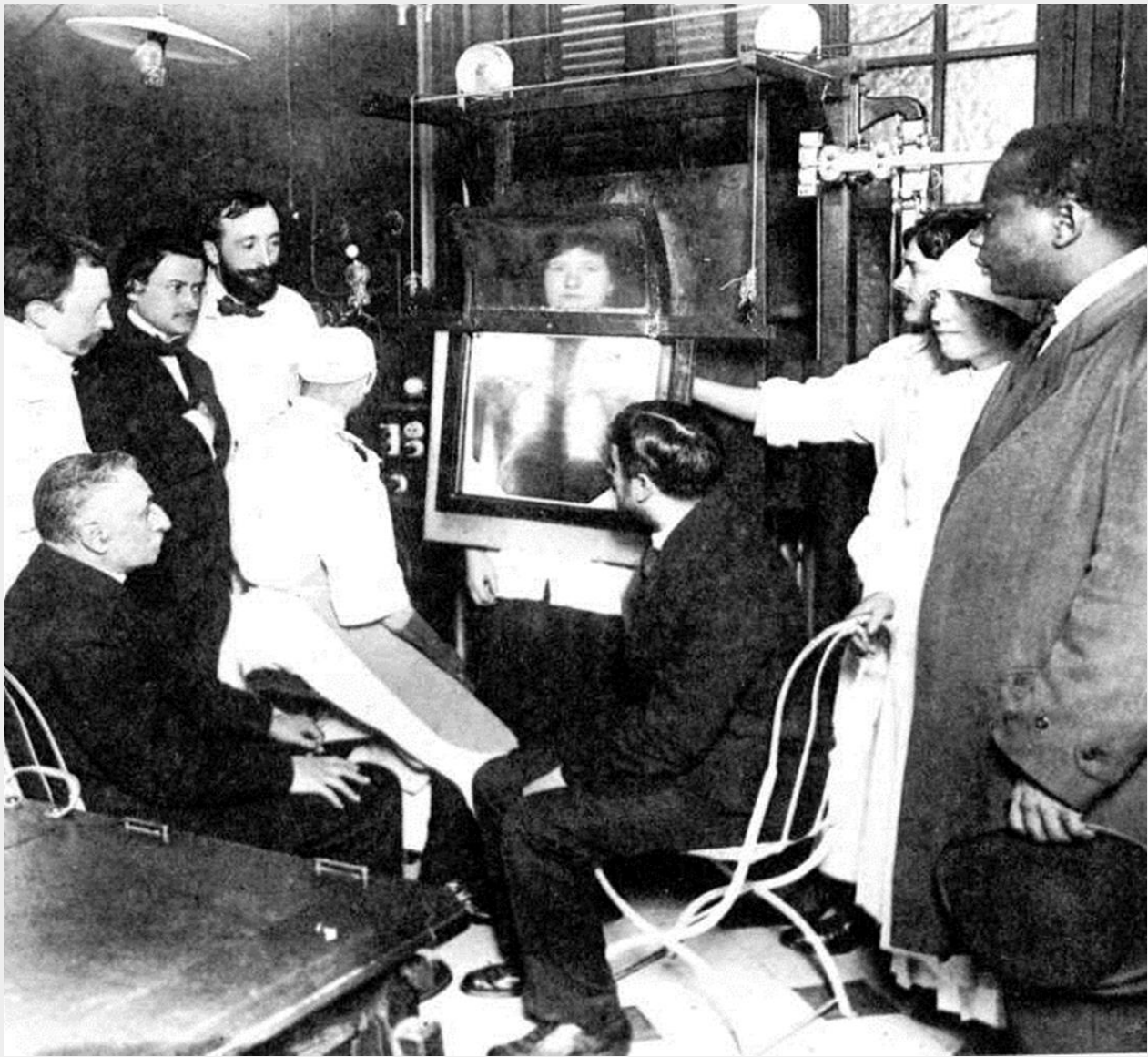
Вильгельм Конрад Рентген
(1845-1923)





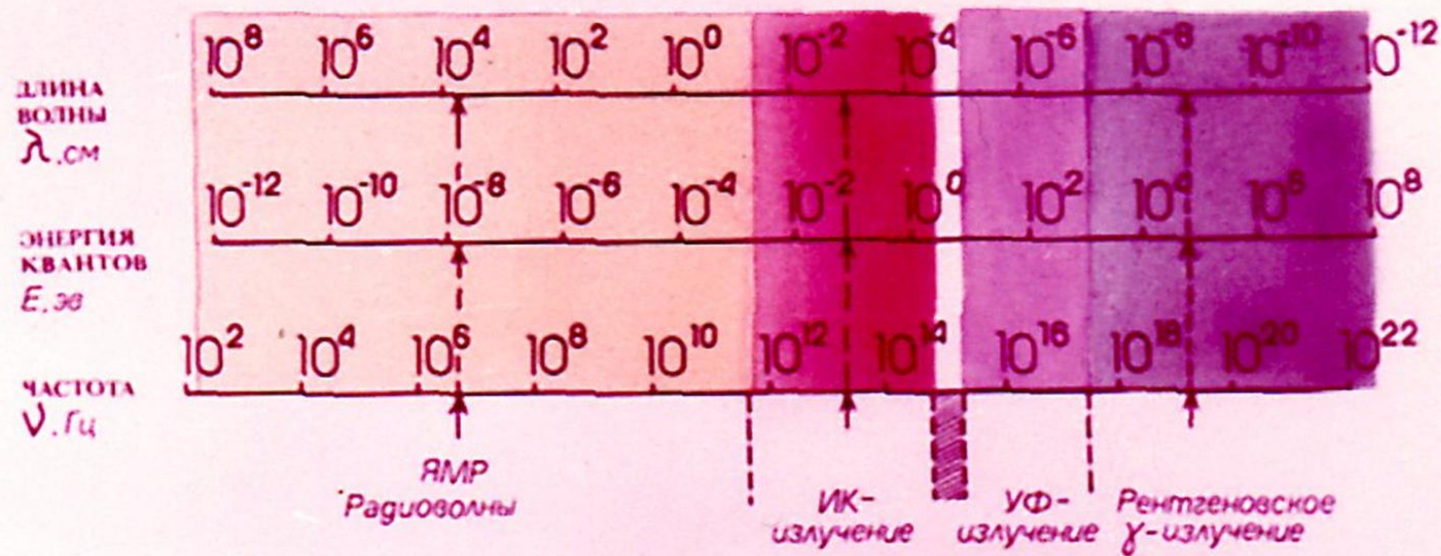




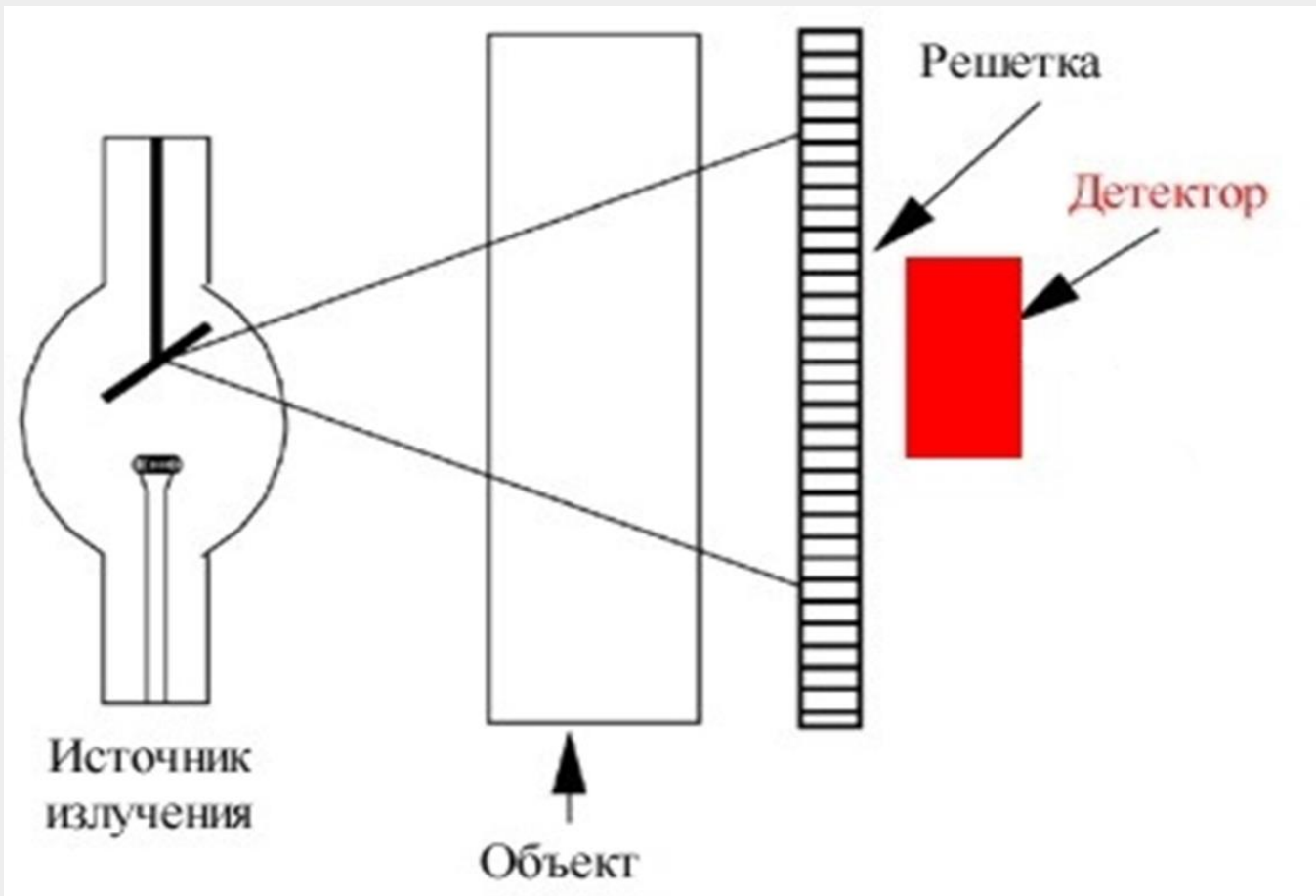


Свойства рентгеновского излучения

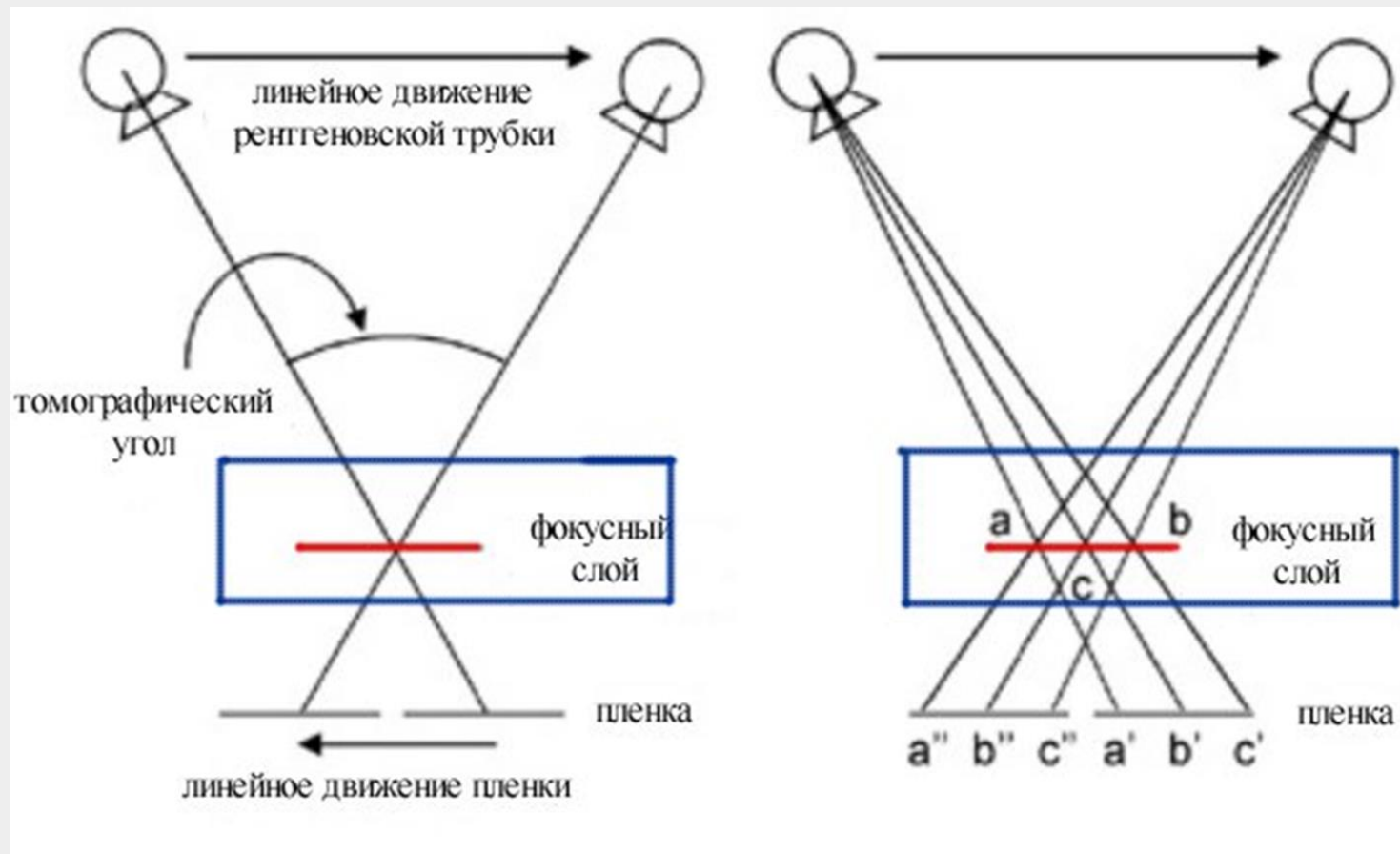
- Высокая проникающая способность
- Поглощение
- Рассеивание
- Прямолинейность распространения
- Способность вызывать флюоресценцию (свечение)
- Фотохимическое действие
- Ионизация веществ
- Биологическое действие
- Невосприимчивость органами чувств



Принцип получения рентгеновского изображения

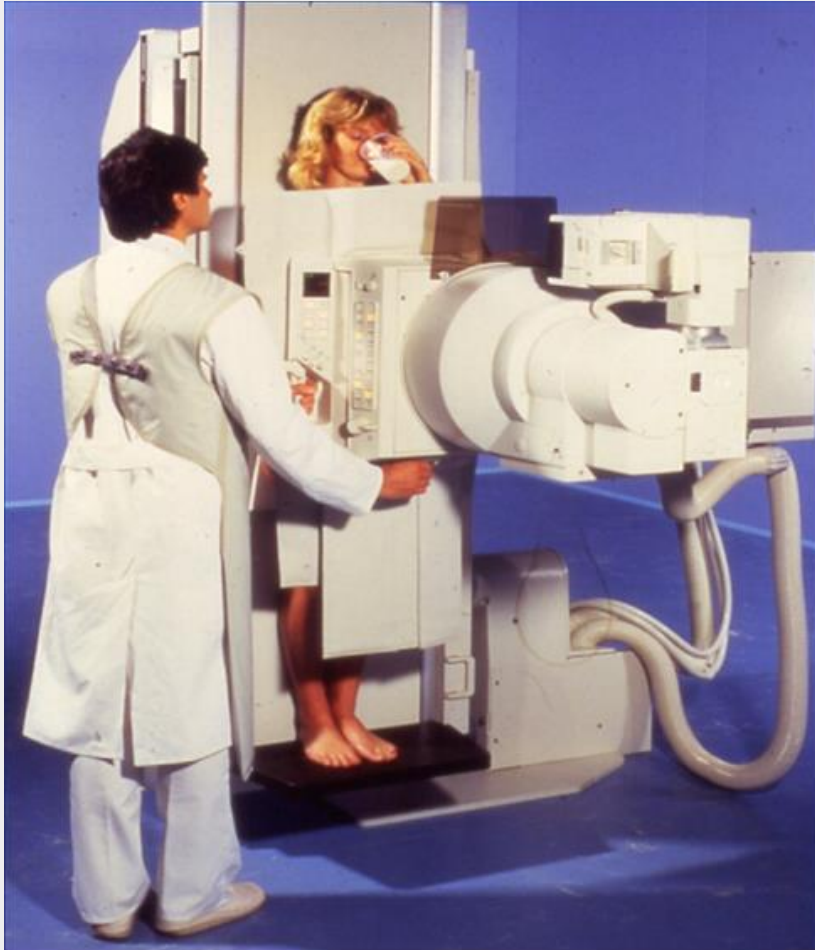


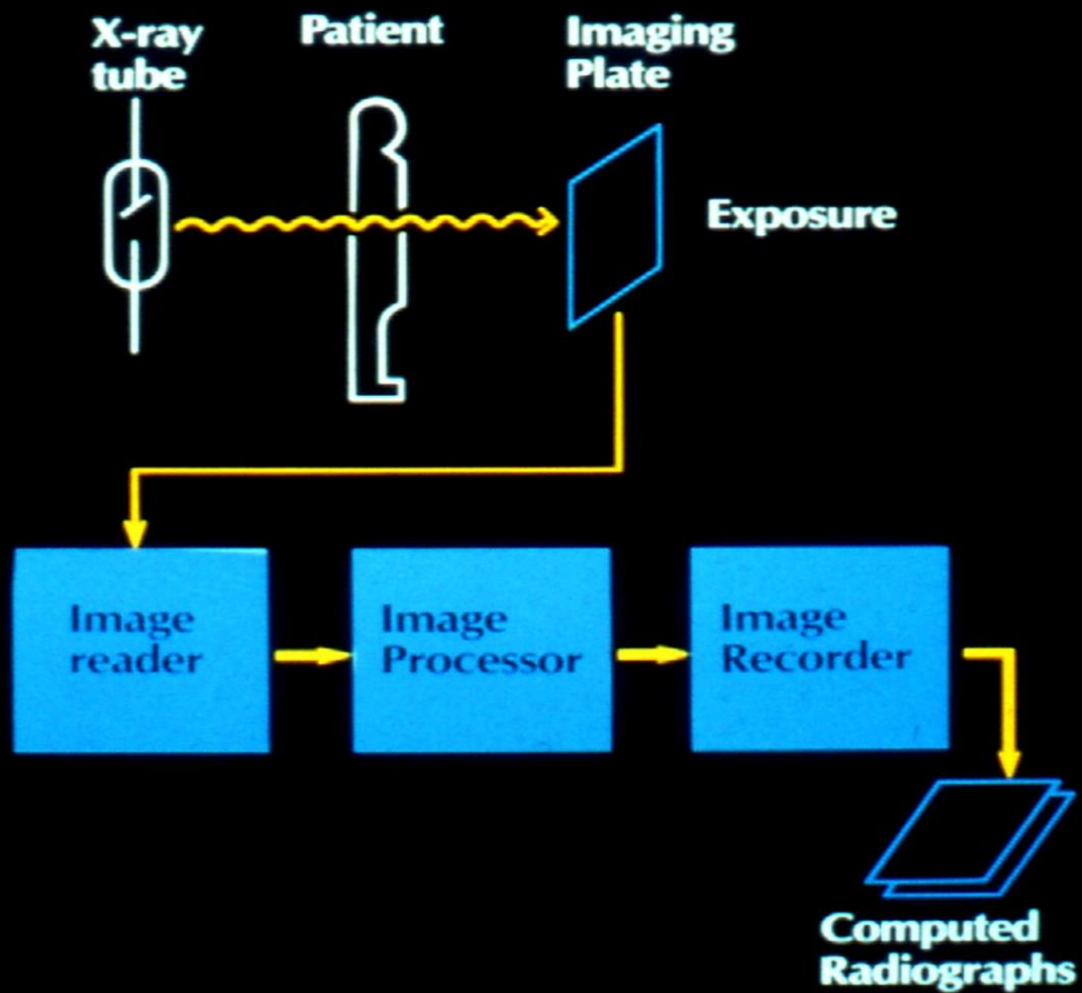
Принцип получения продольной томографии



Технологии получения проекционных изображений

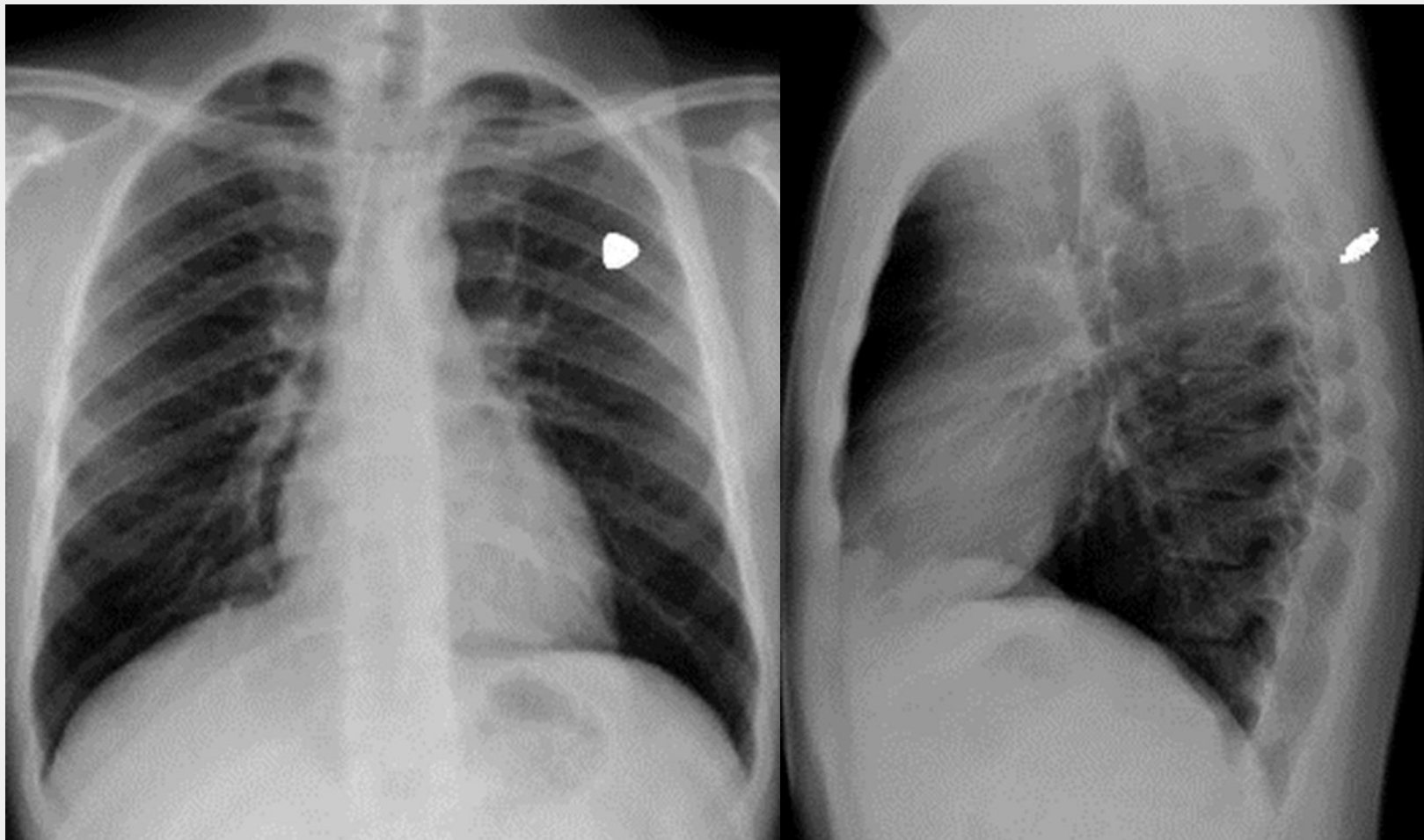
Универсальный аналоговый рентгеновский аппарат



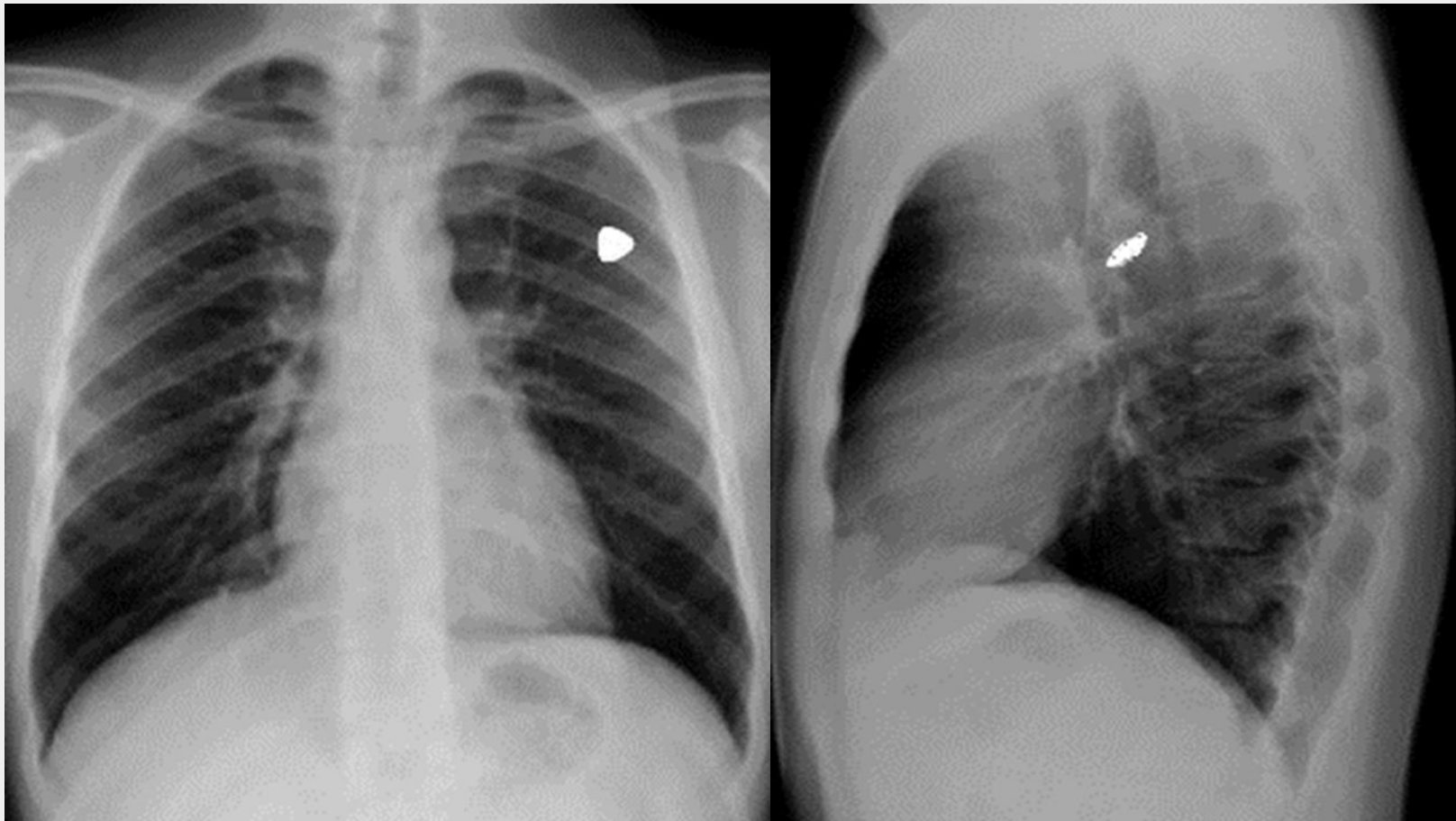


Рентгенологический метод

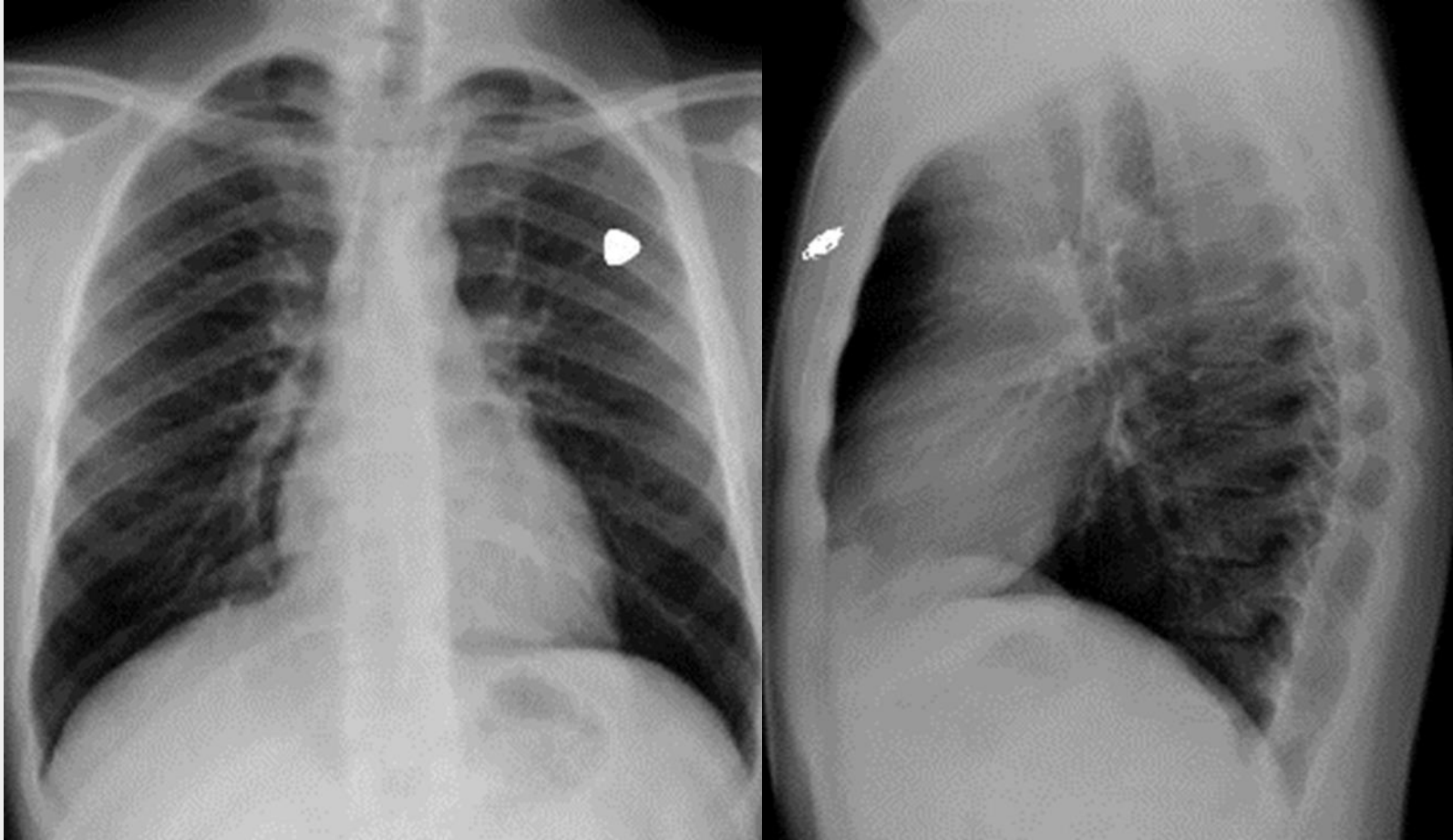
Рентгенография обзорная



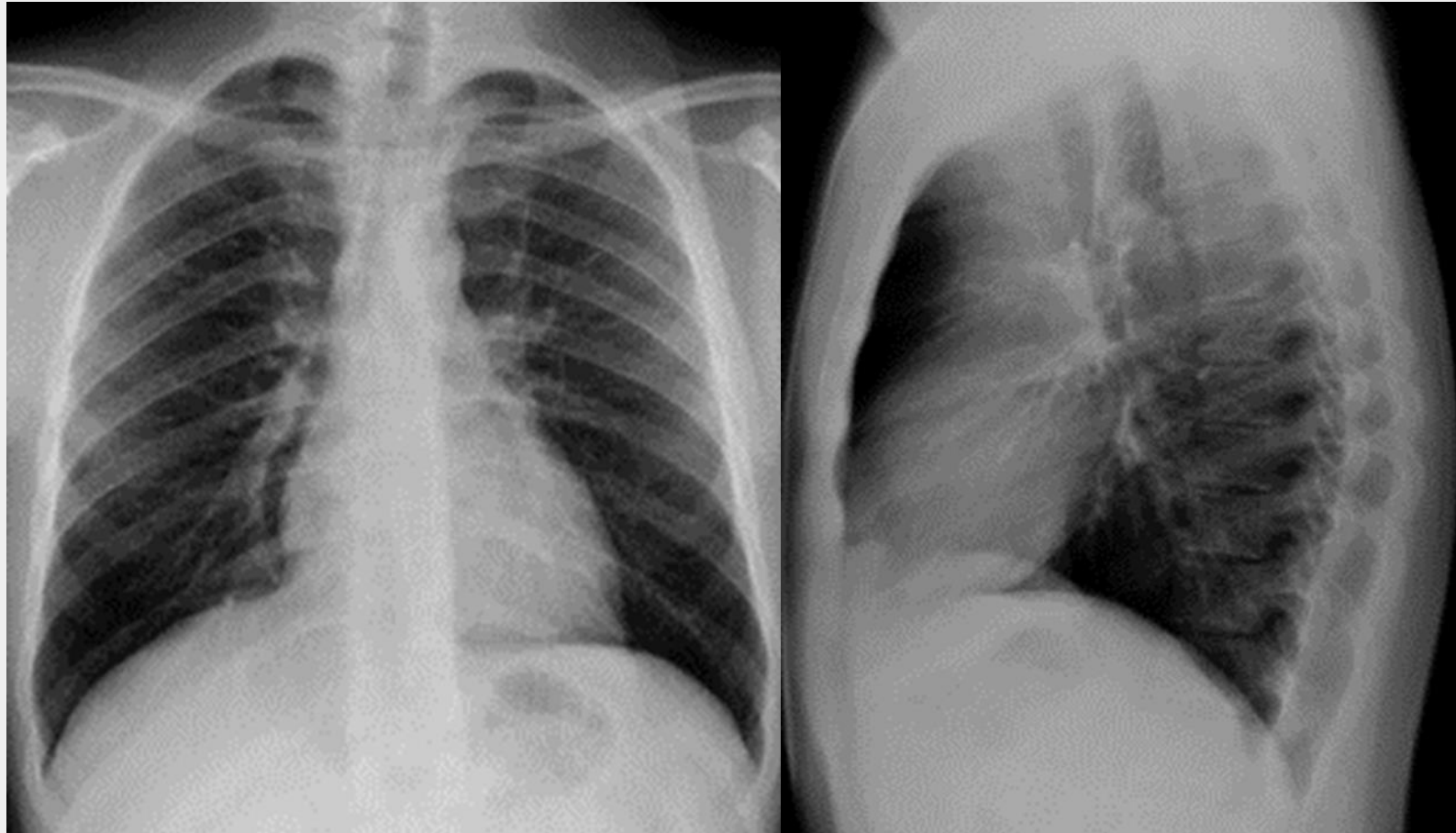
Рентгенография обзорная



Рентгенография обзорная



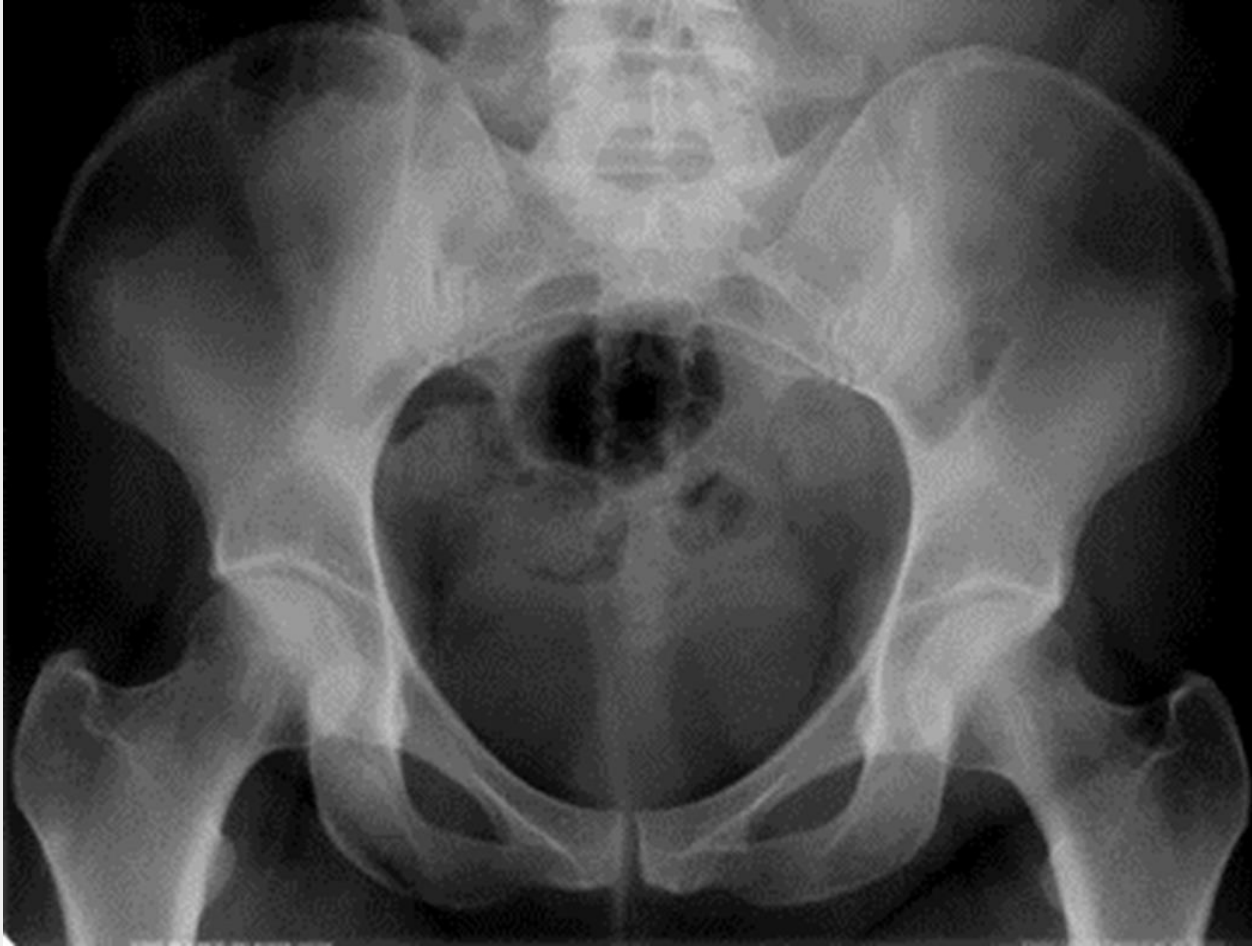
Рентгенография обзорная



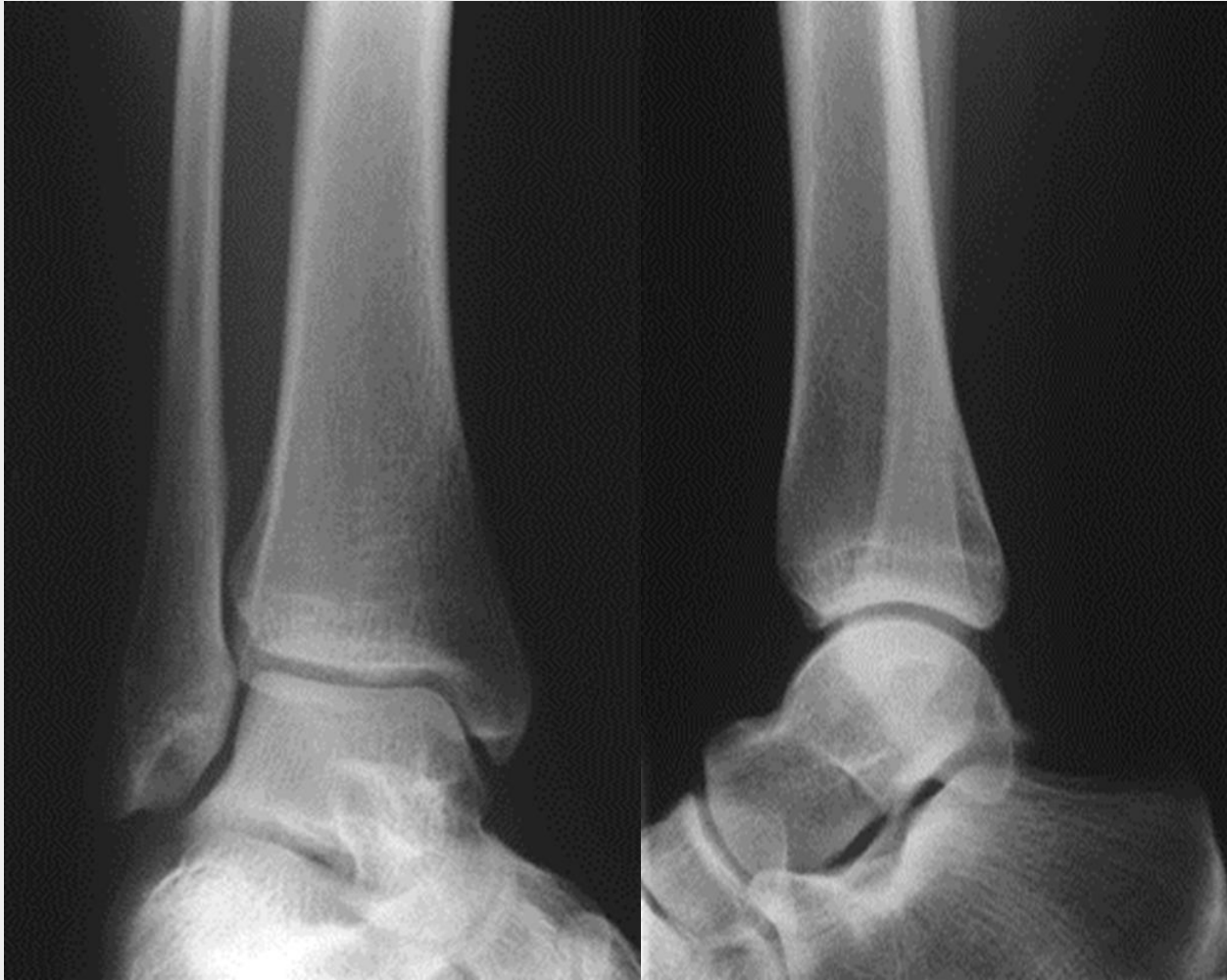
Рентгенография обзорная



Рентгенография обзорная



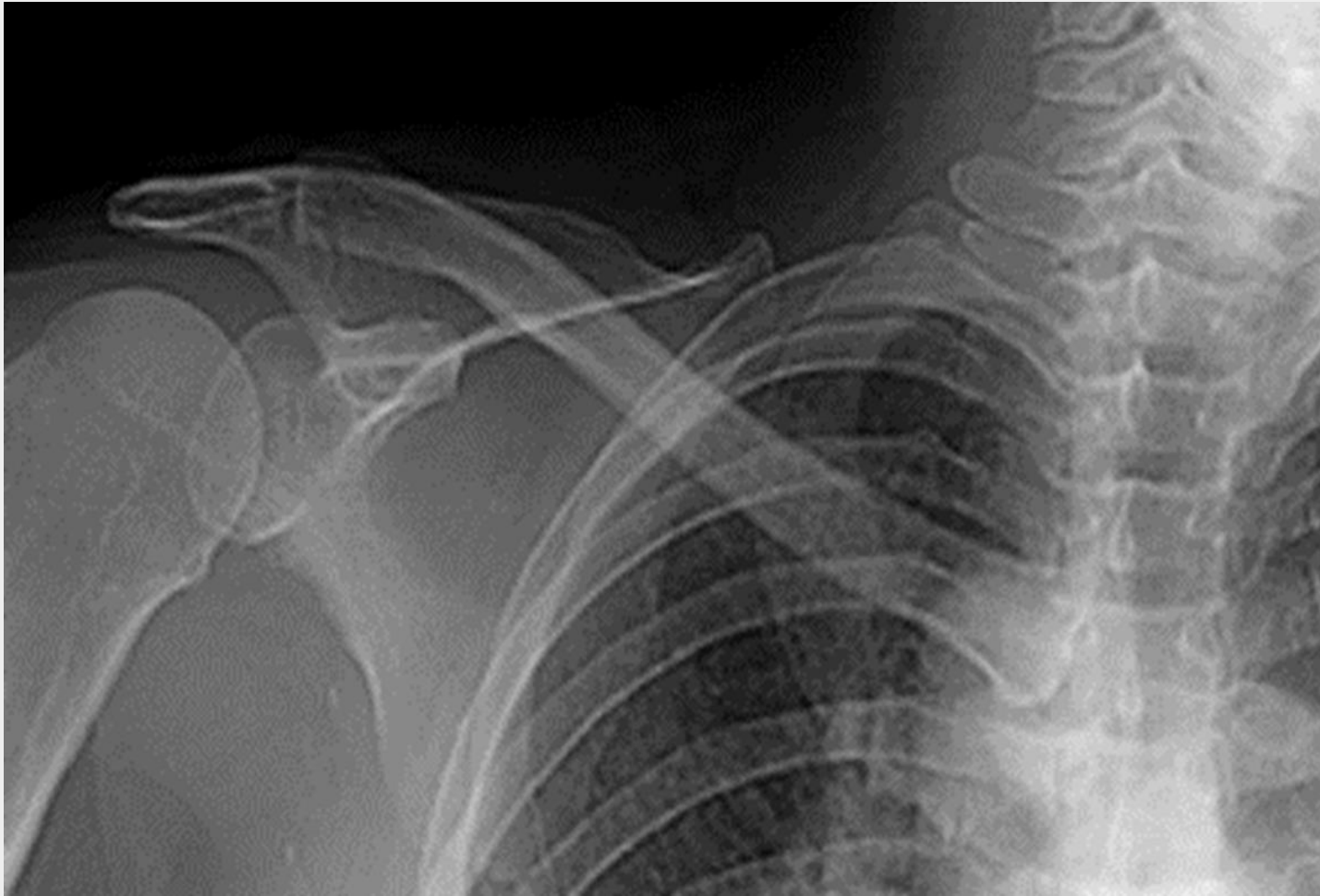
Рентгенография обзорная



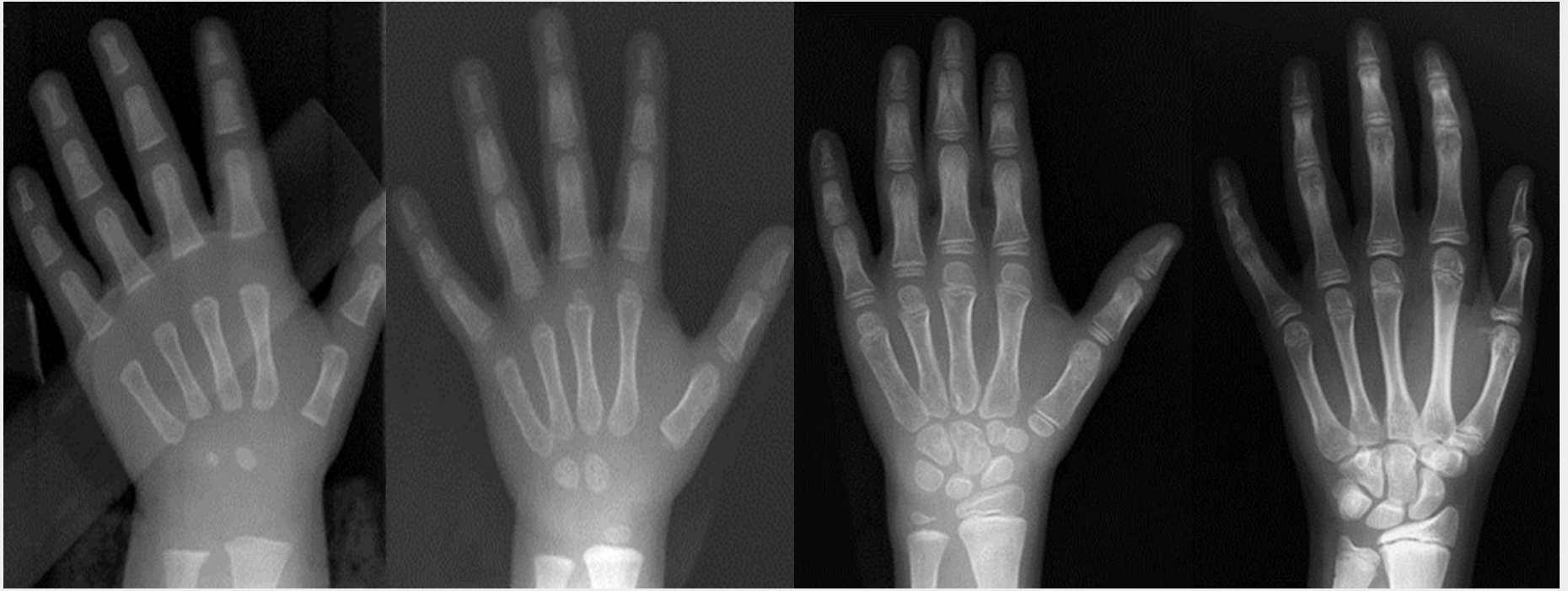
Рентгенография обзорная



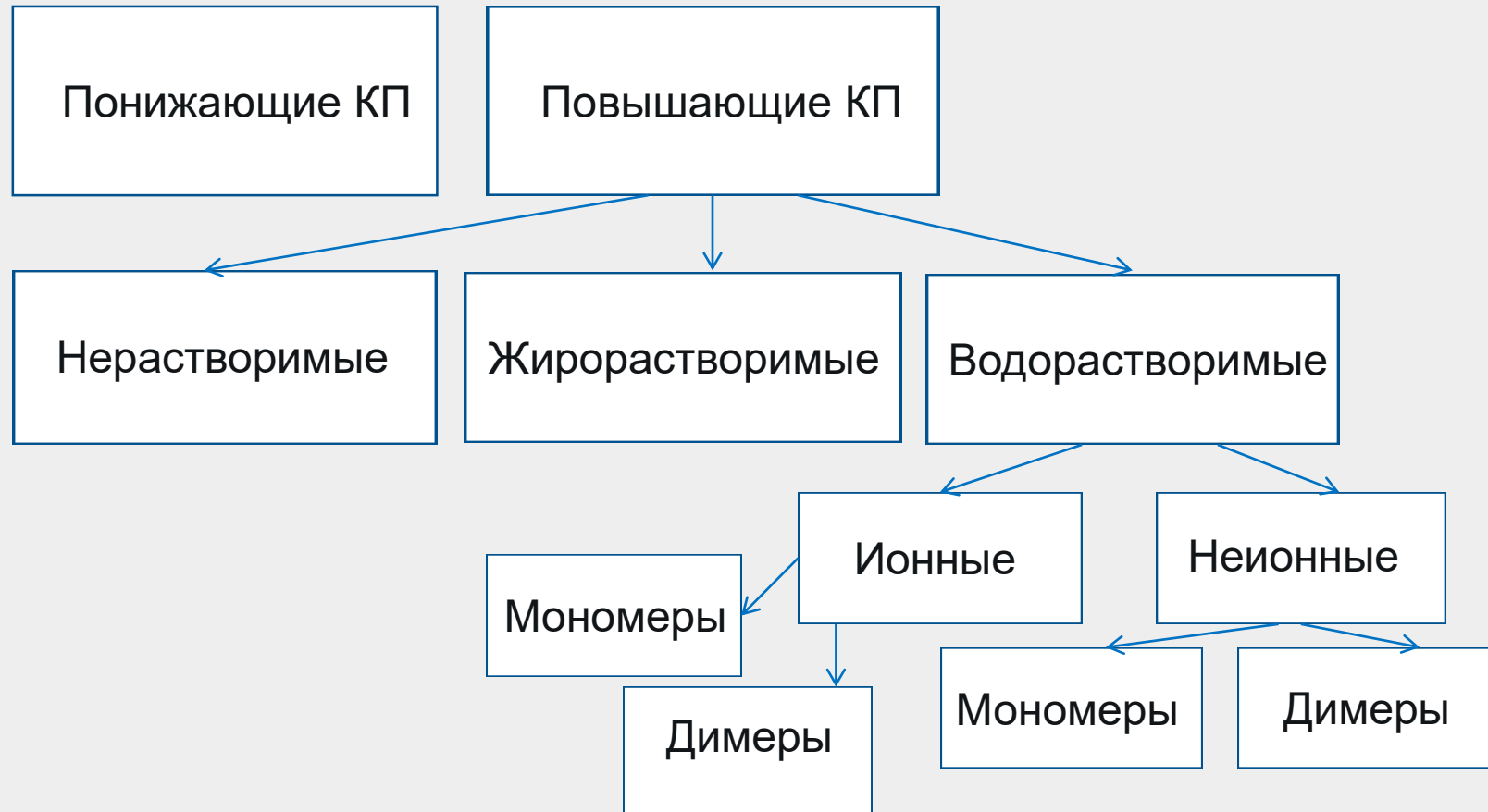
Рентгенография прицельная



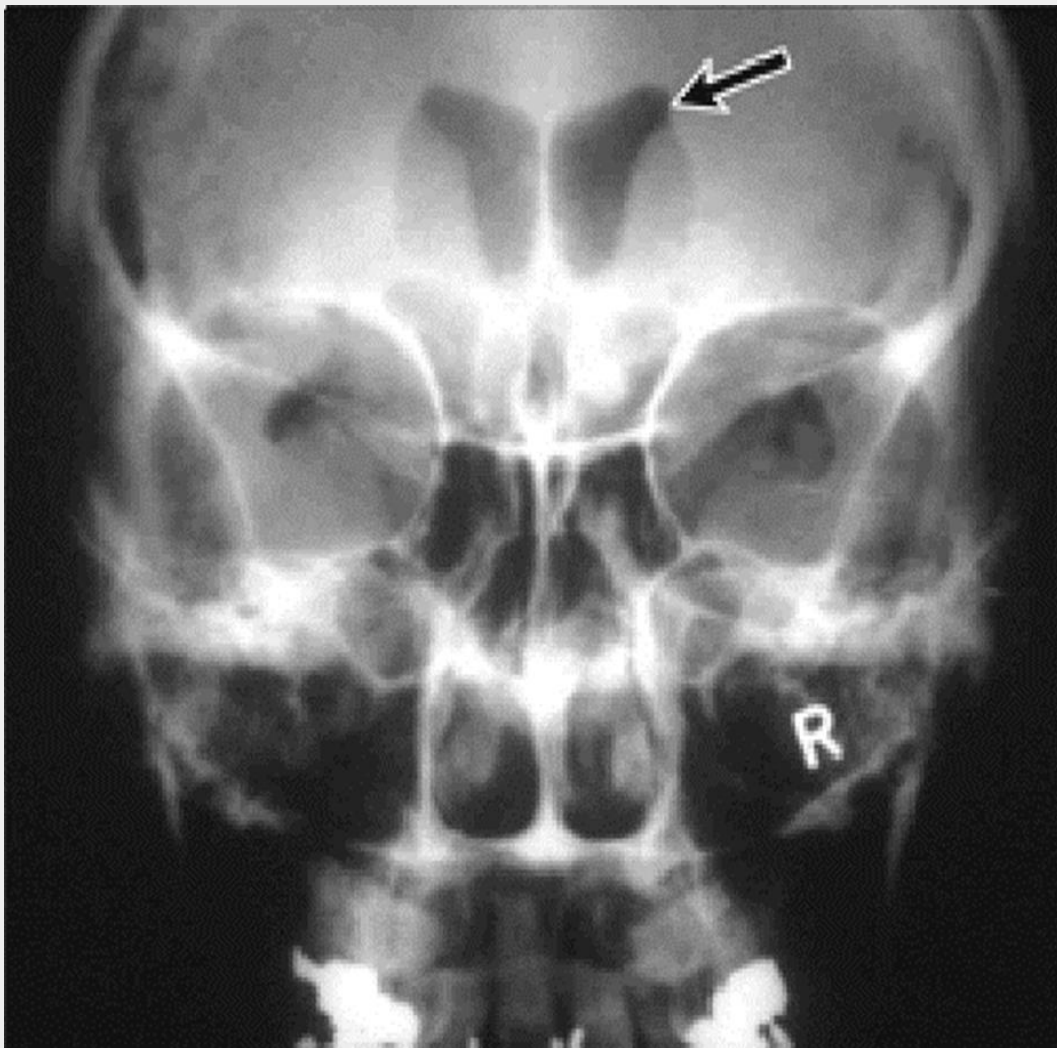
Возрастные особенности



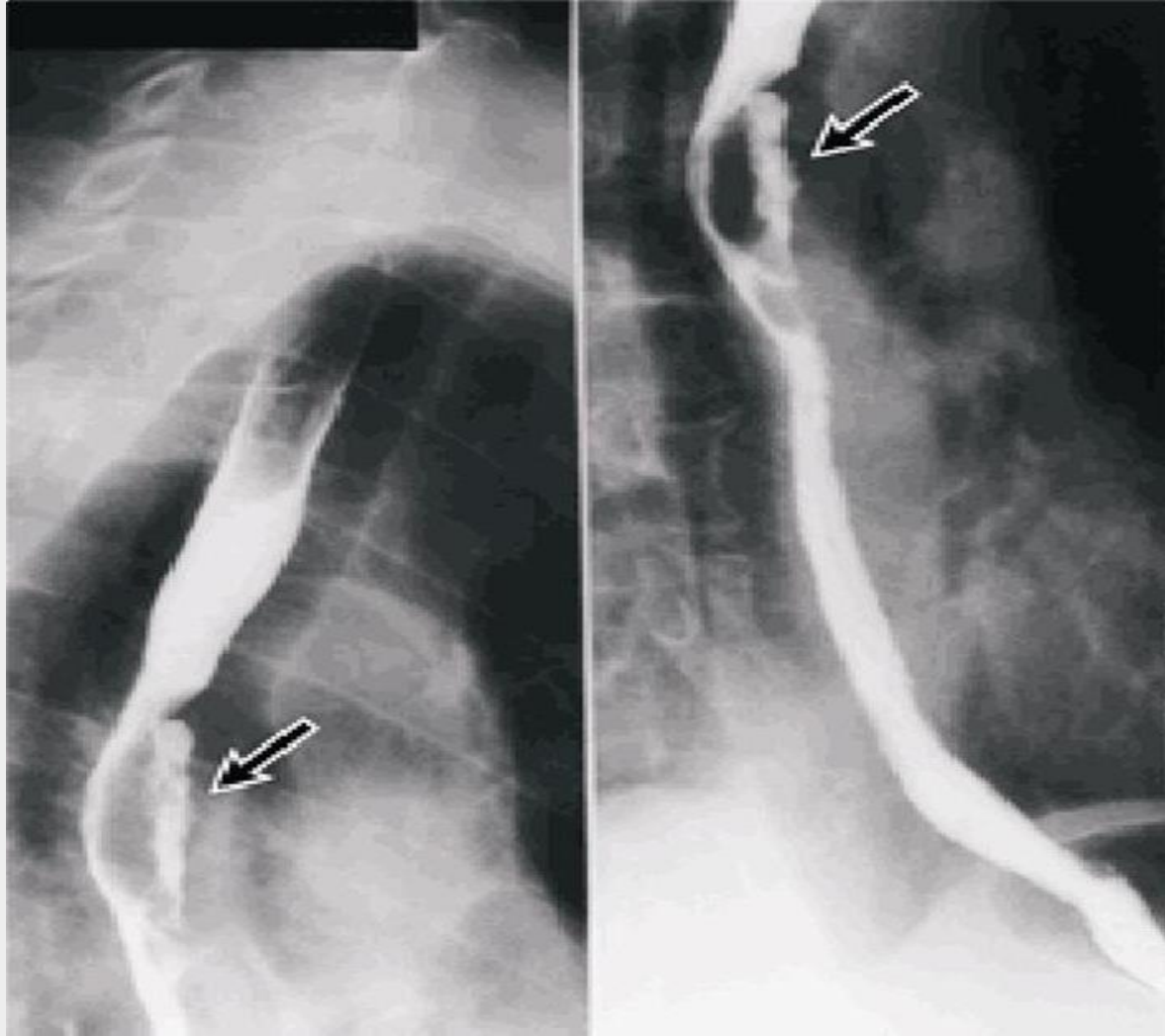
Основные типы контрастных препаратов



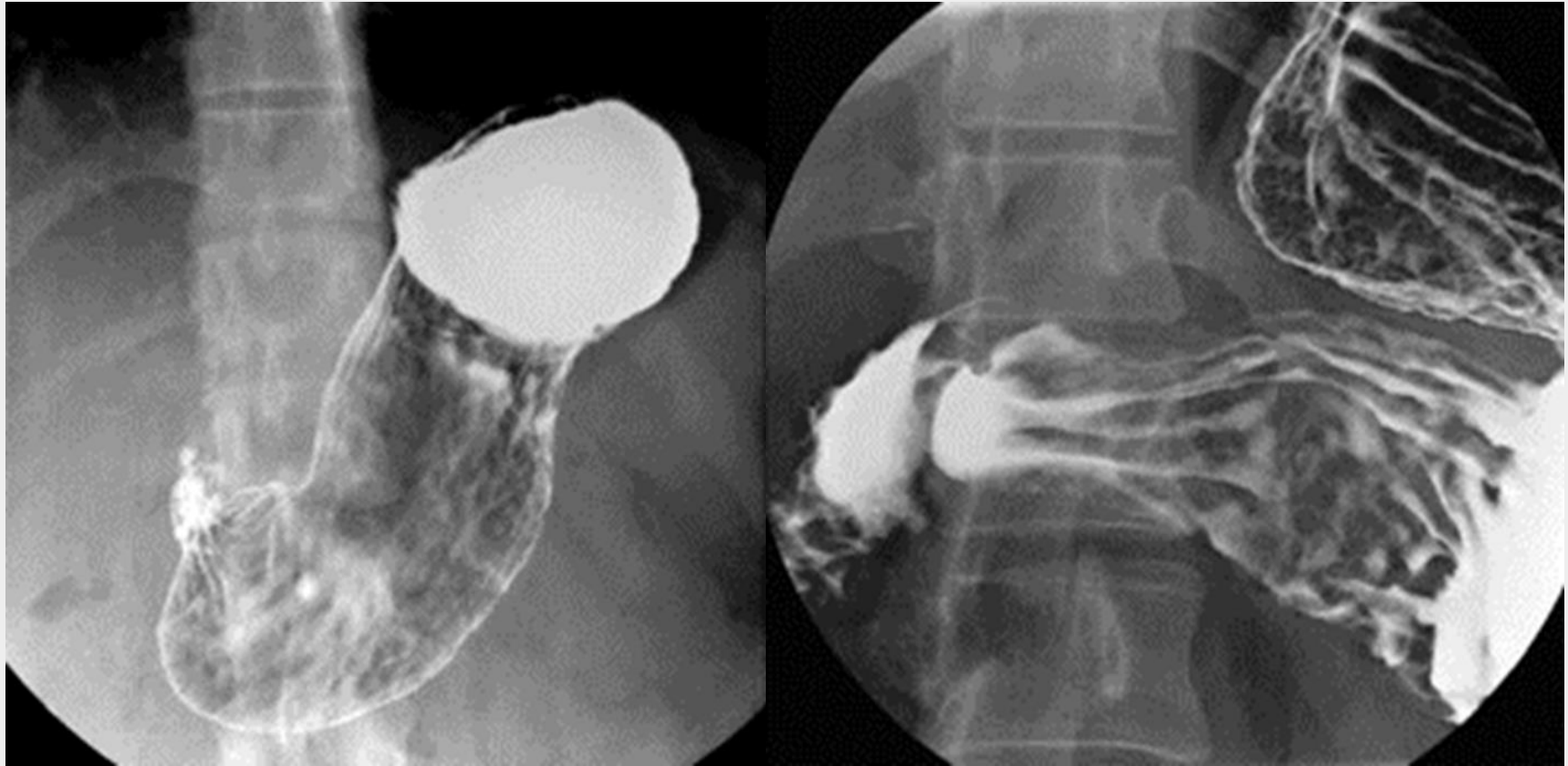
Пневмоэнцефалограмма



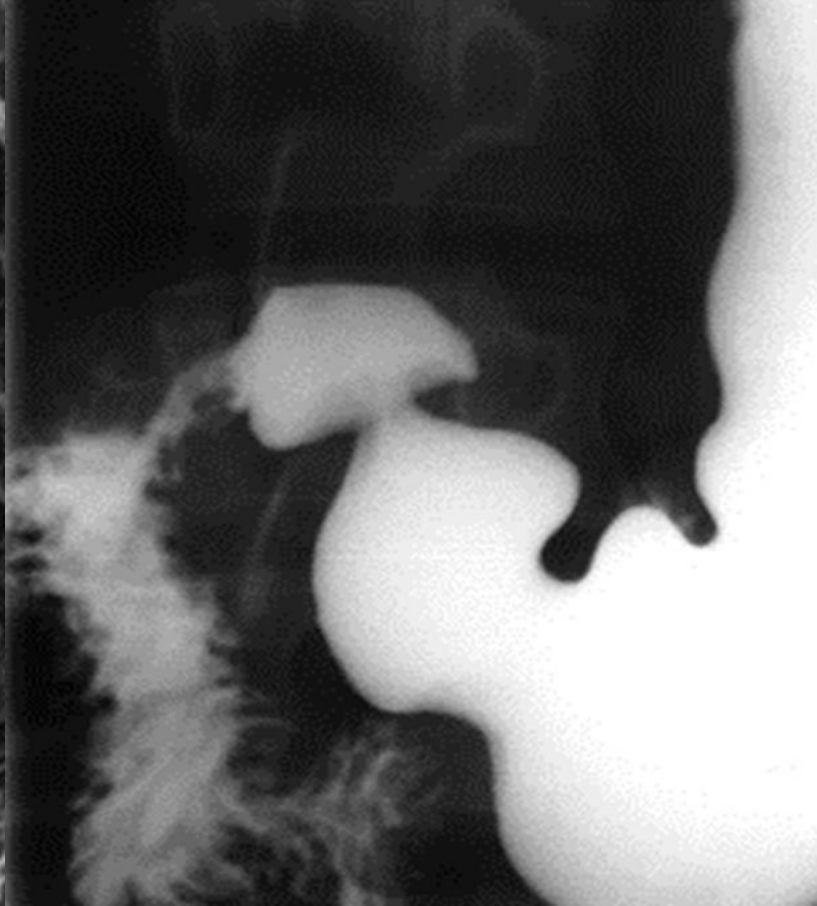
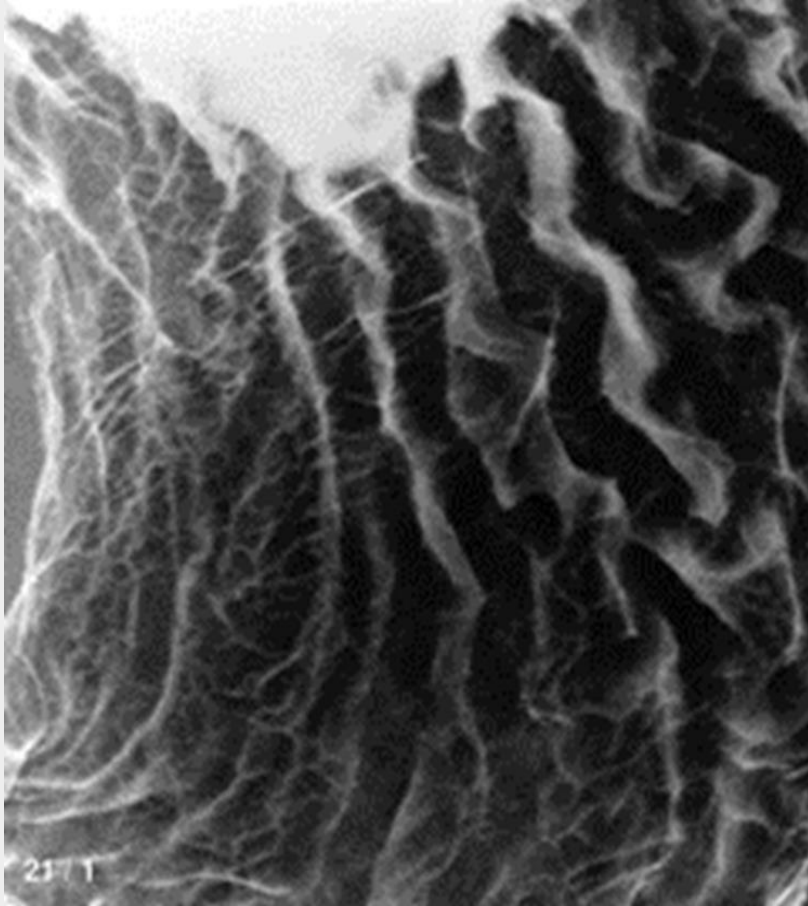
Метод контрастного завтрака



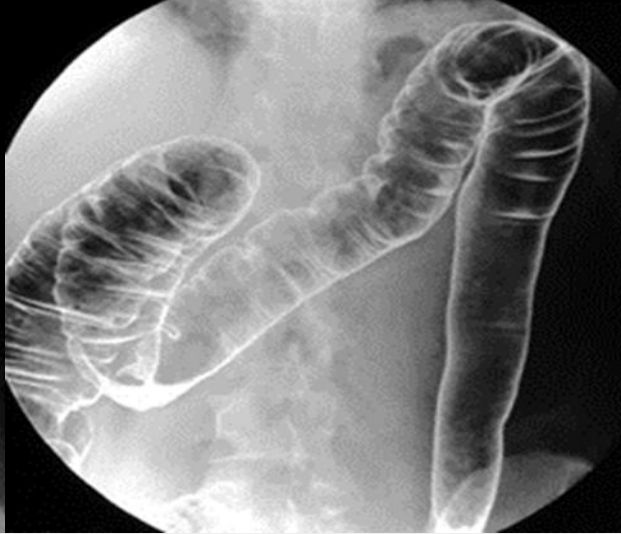
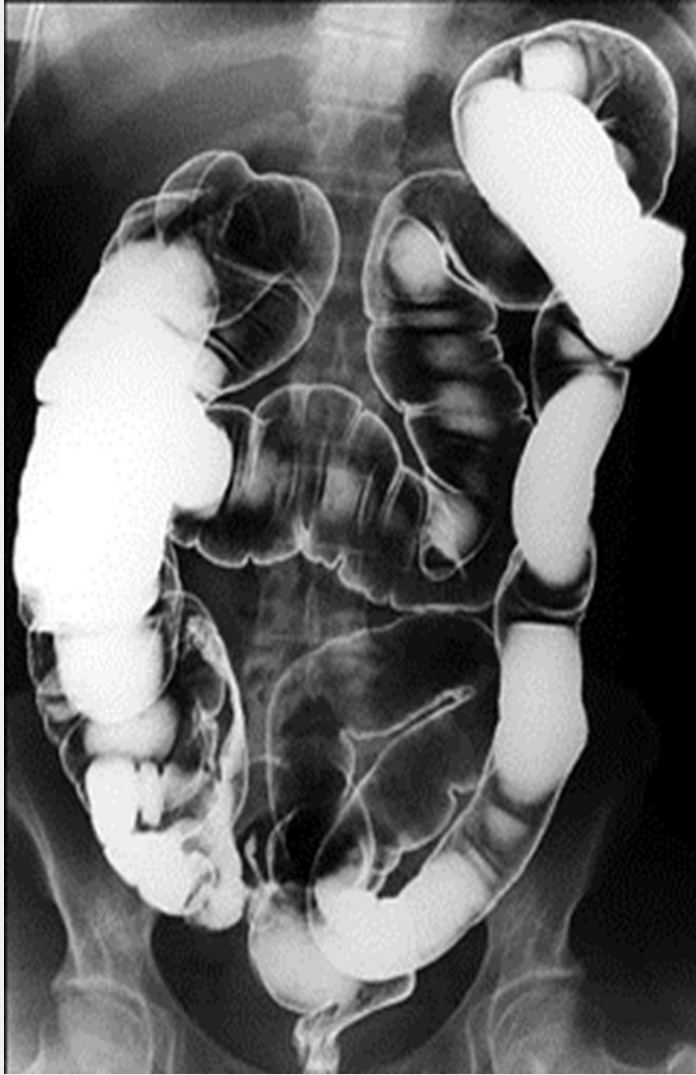
Метод контрастного завтрака



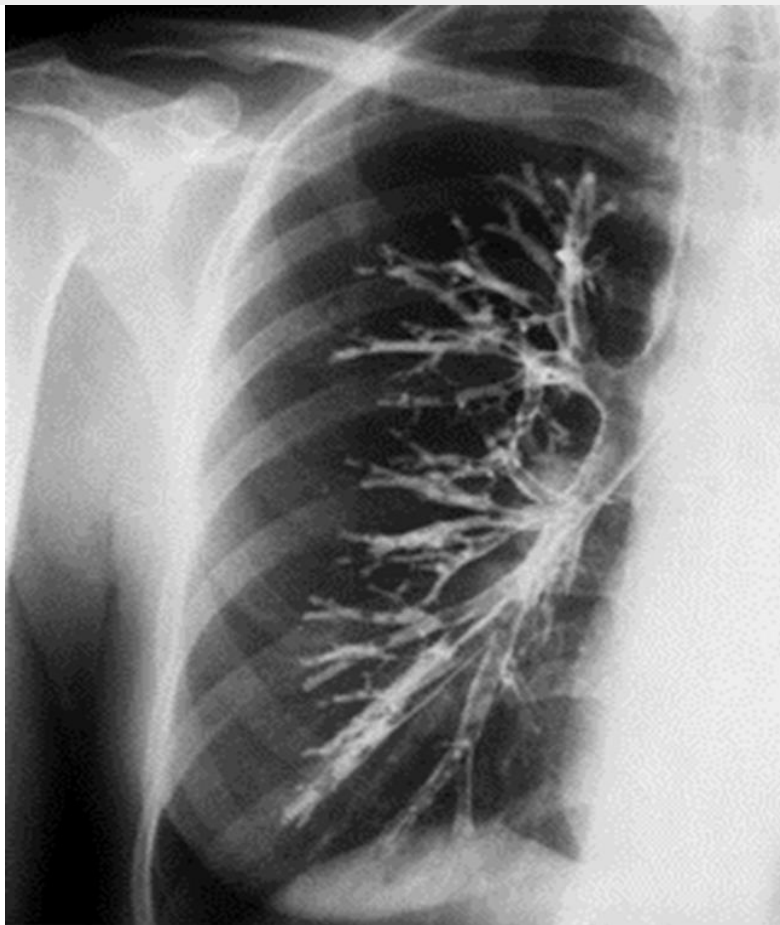
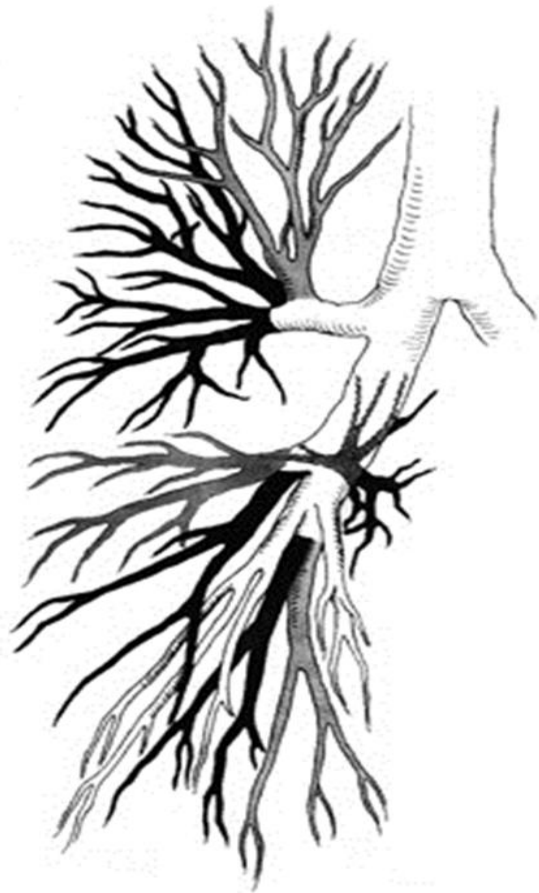
Метод контрастного завтрака



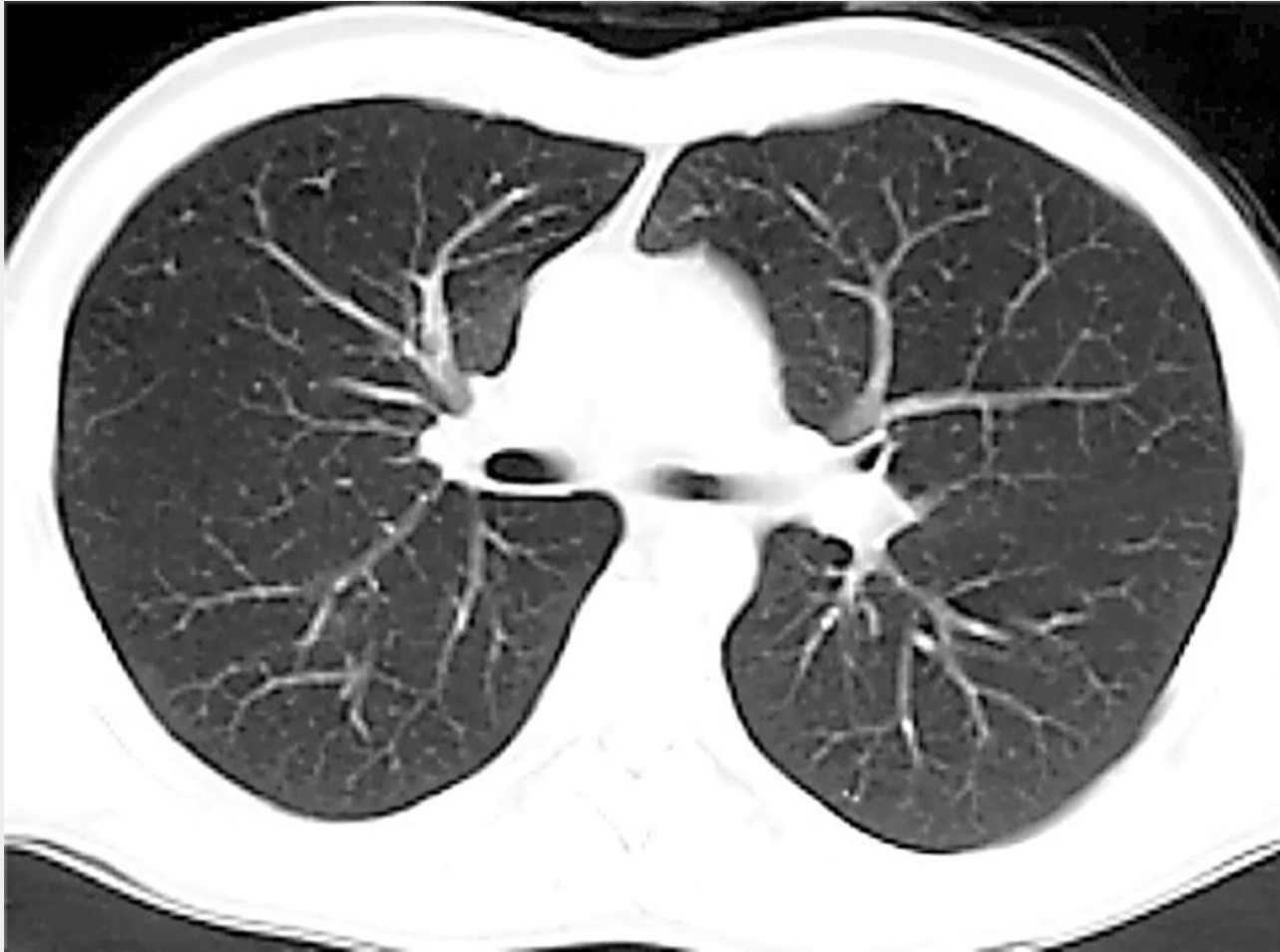
Иригография



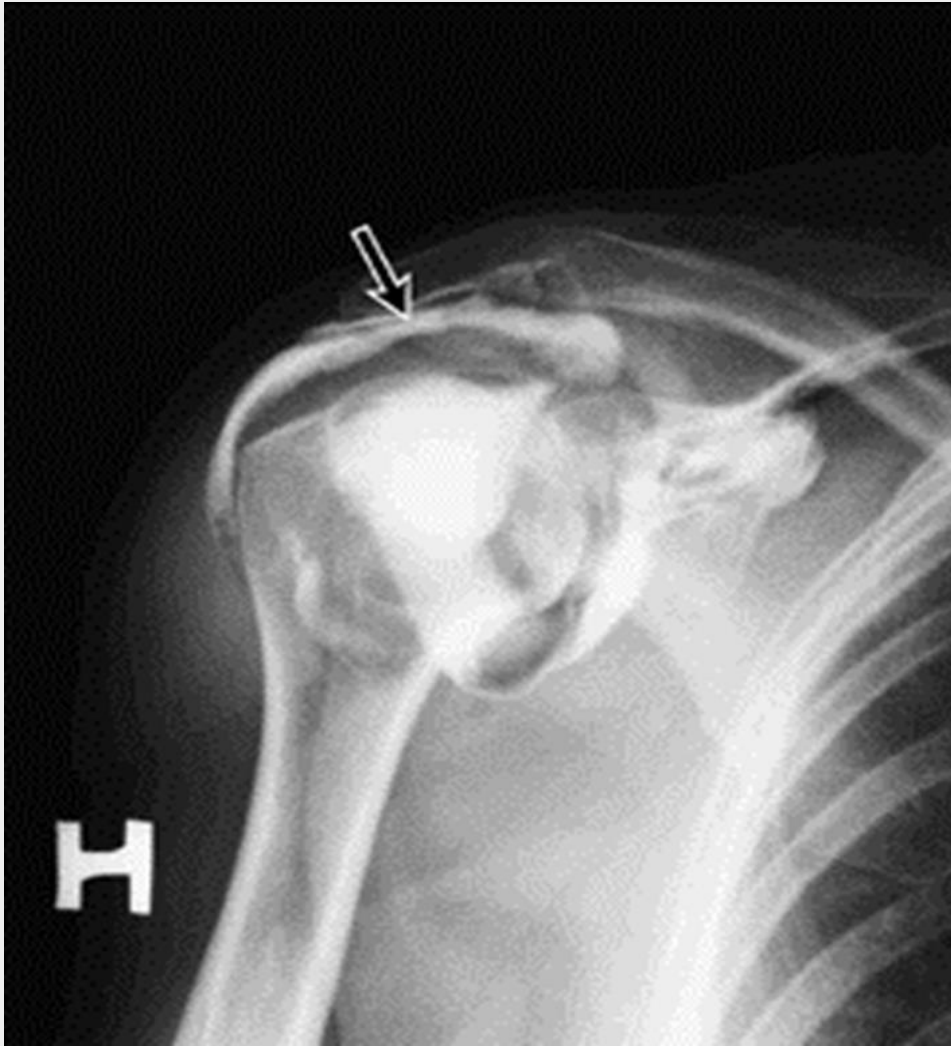
Бронхография



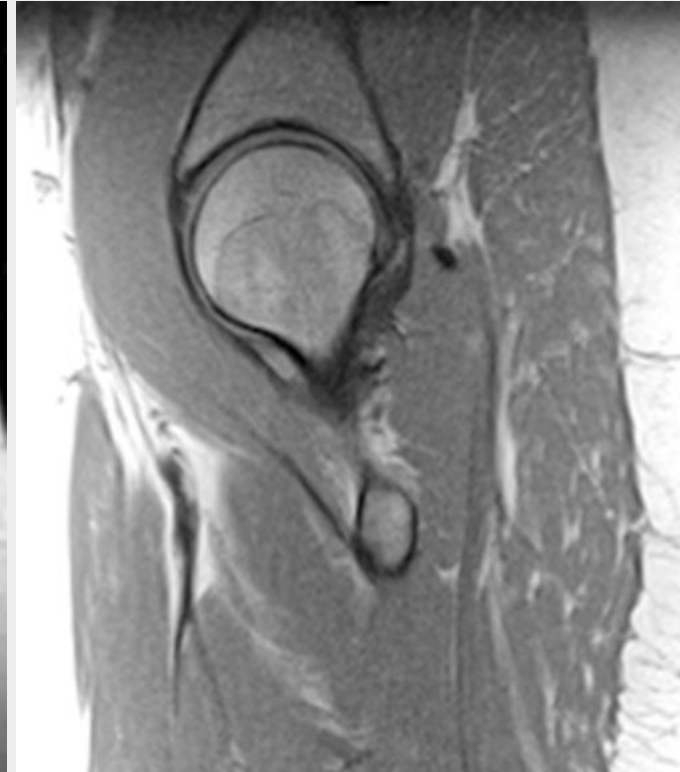
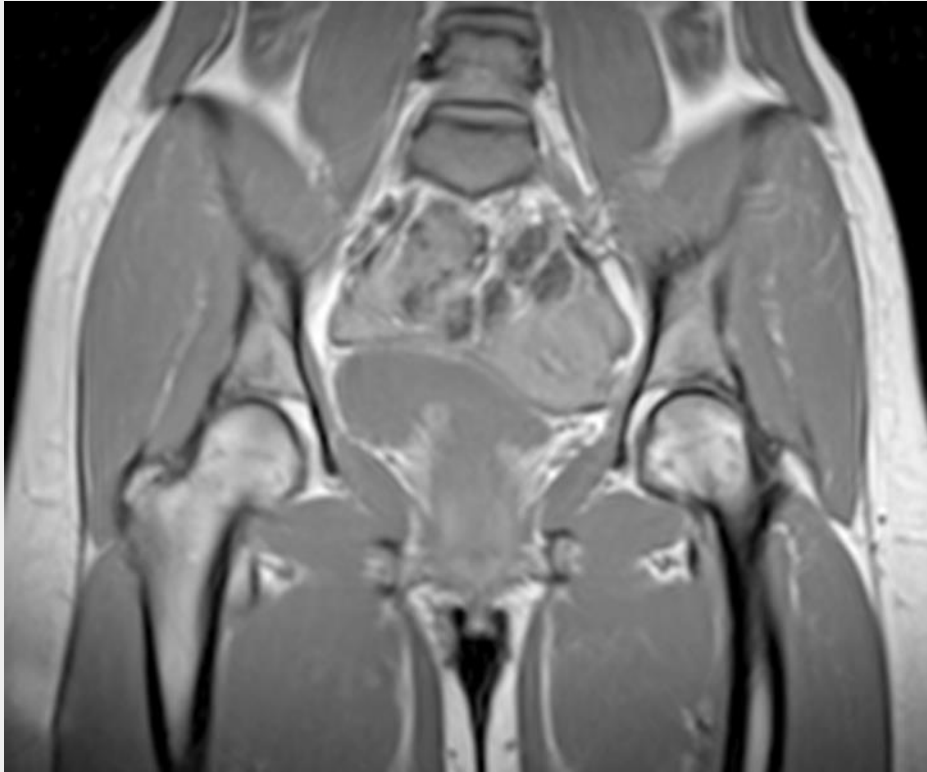
Компьютерная томография



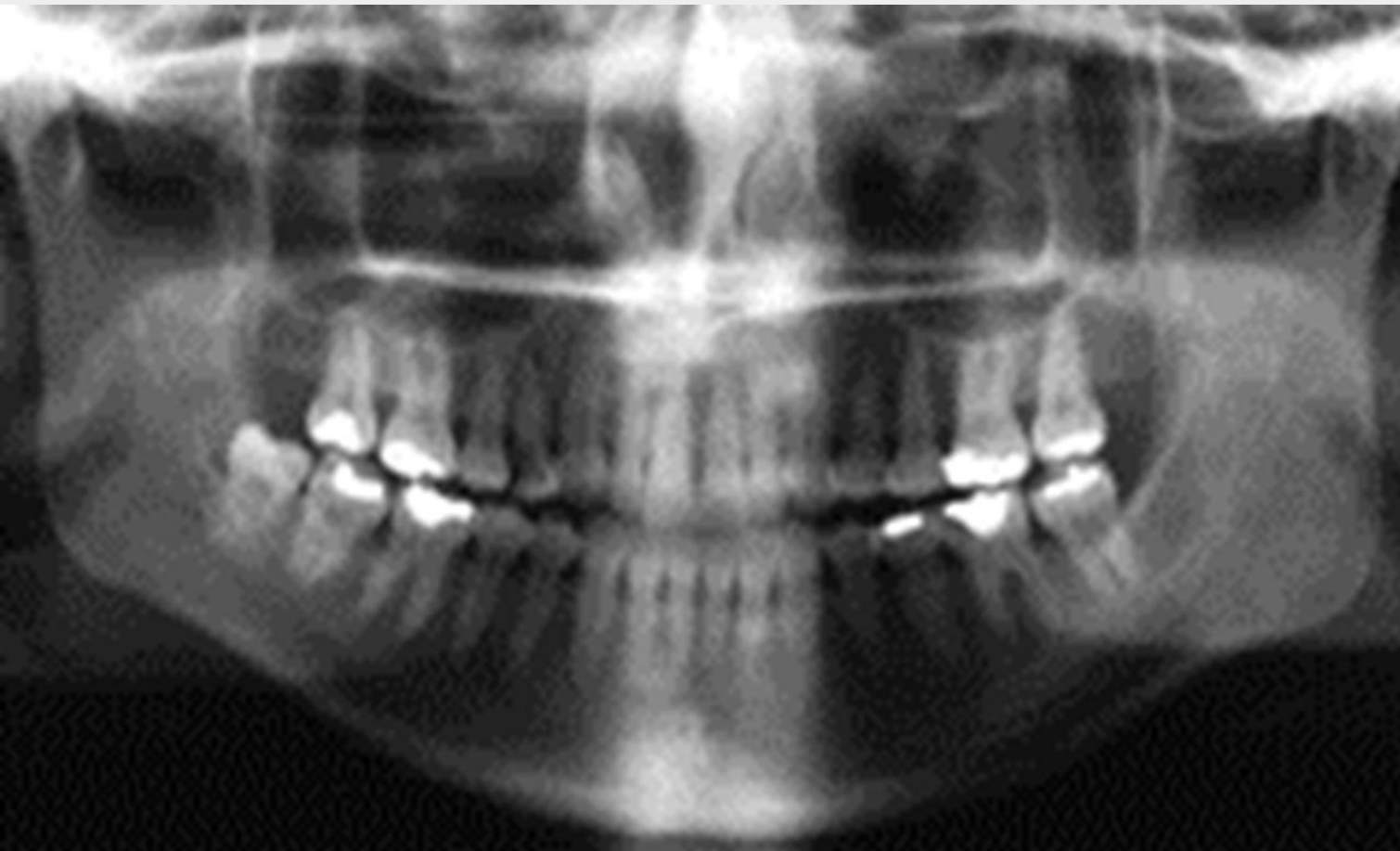
Артрография



Магнитно-резонансная томография



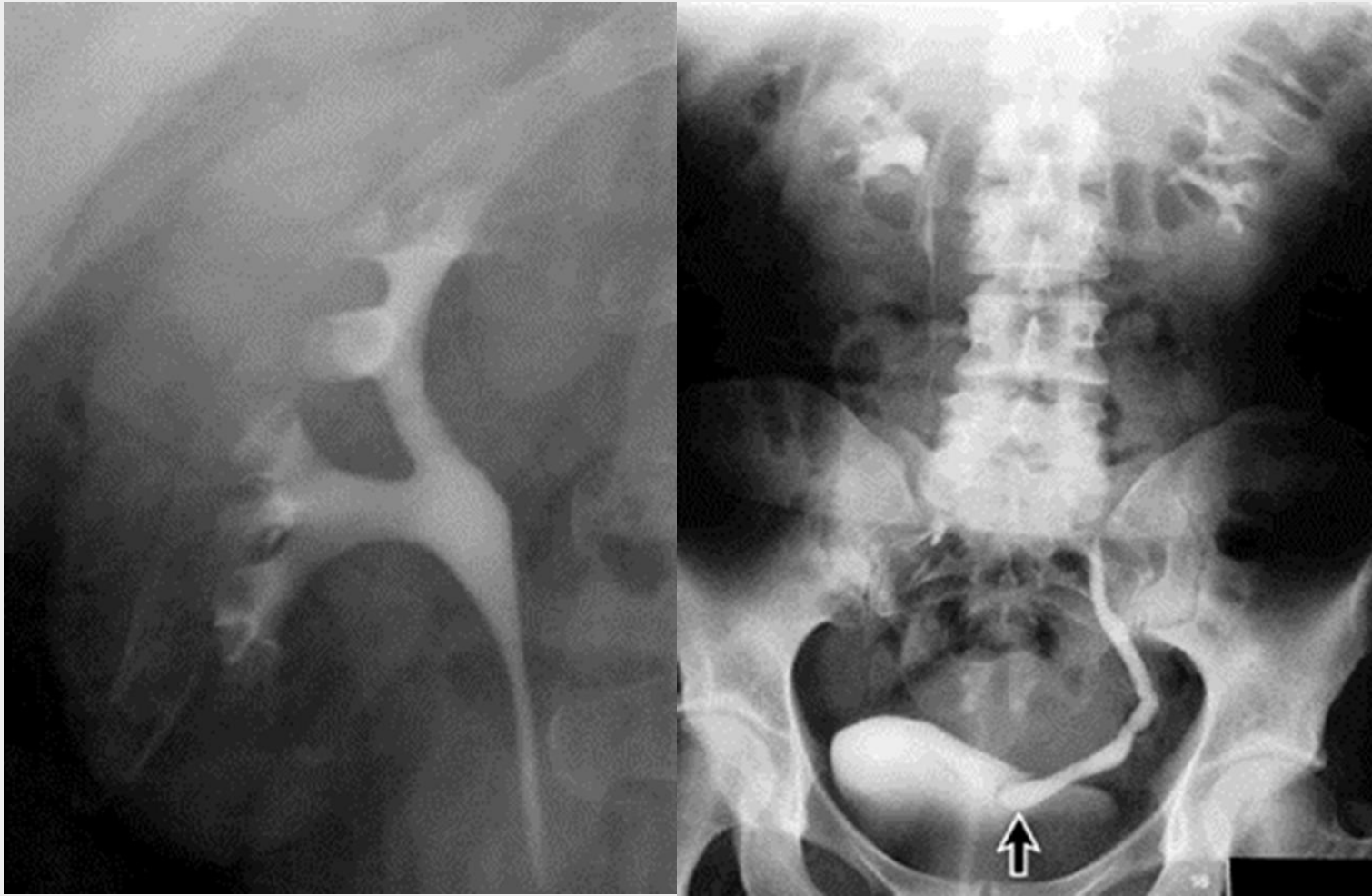
Ортопантомограмма



Экскреторная урография



Экскреторная урография



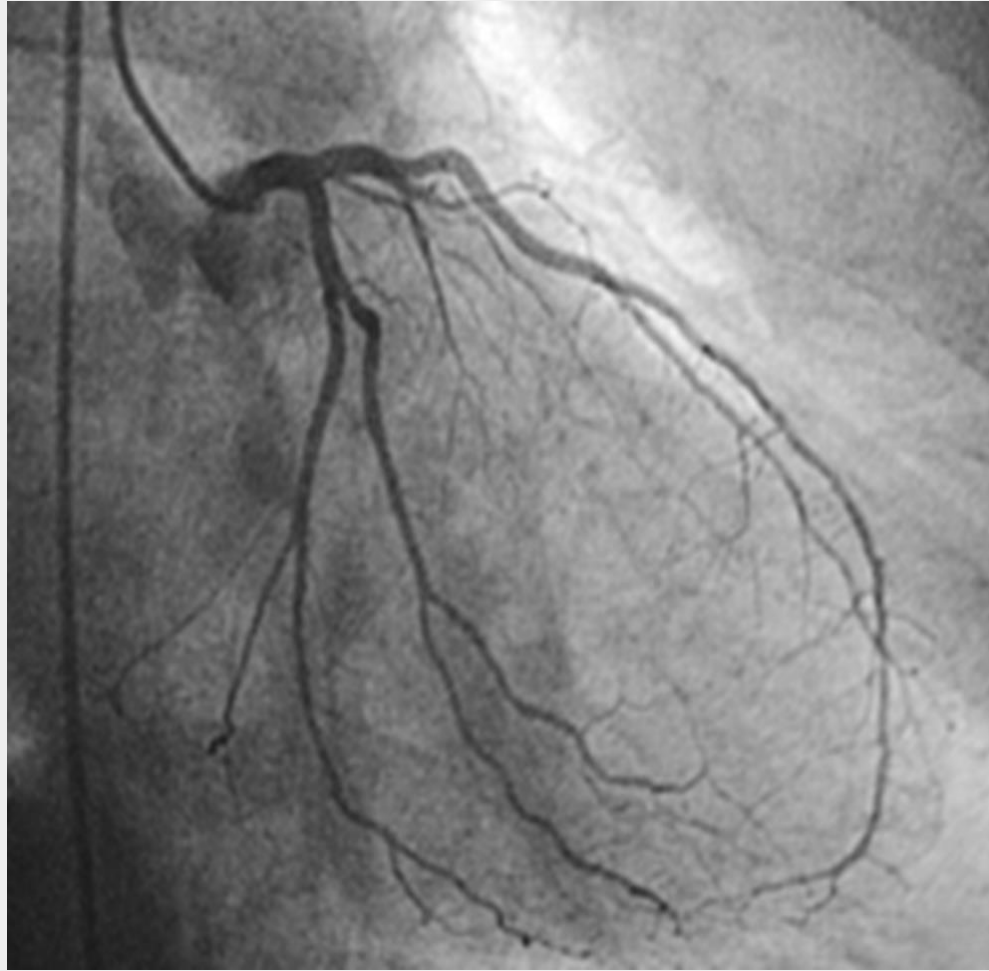
Холецистография



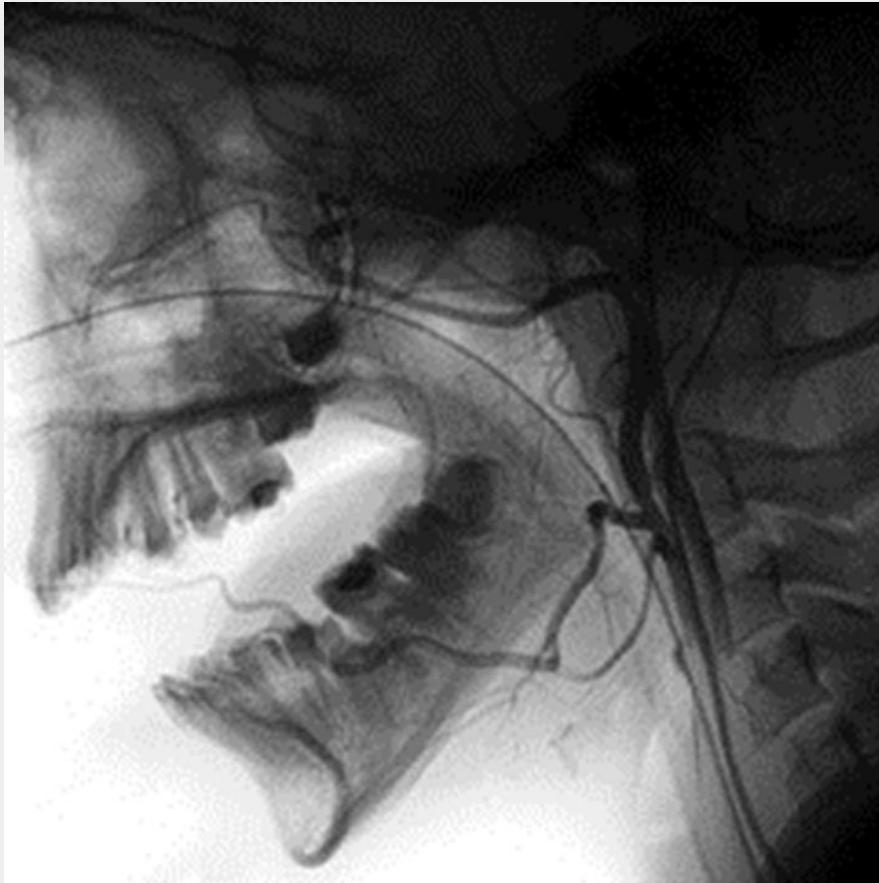
Ретроградная холангио-панкреатография



Ангиография

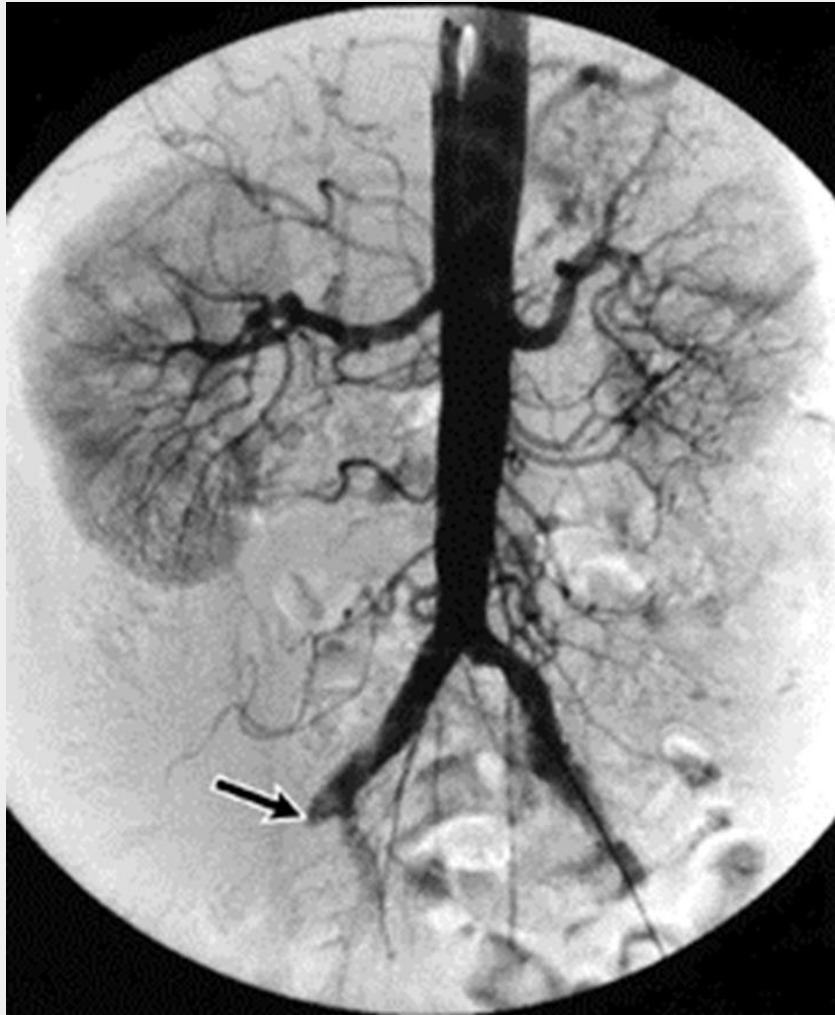


Ангиография



Рентгенодиагностика

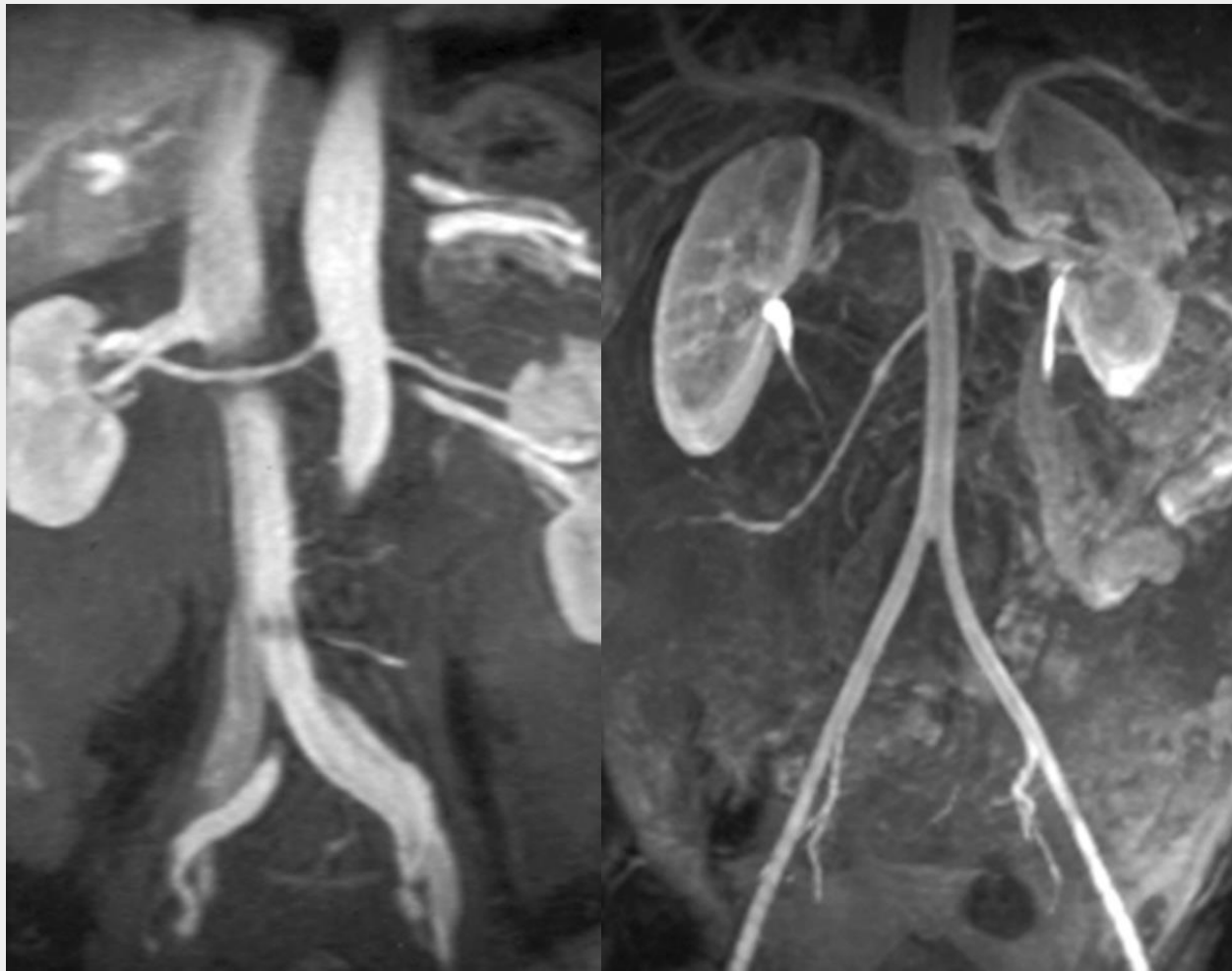
Аортография



Лимфография



КТ- и МР-ангиография

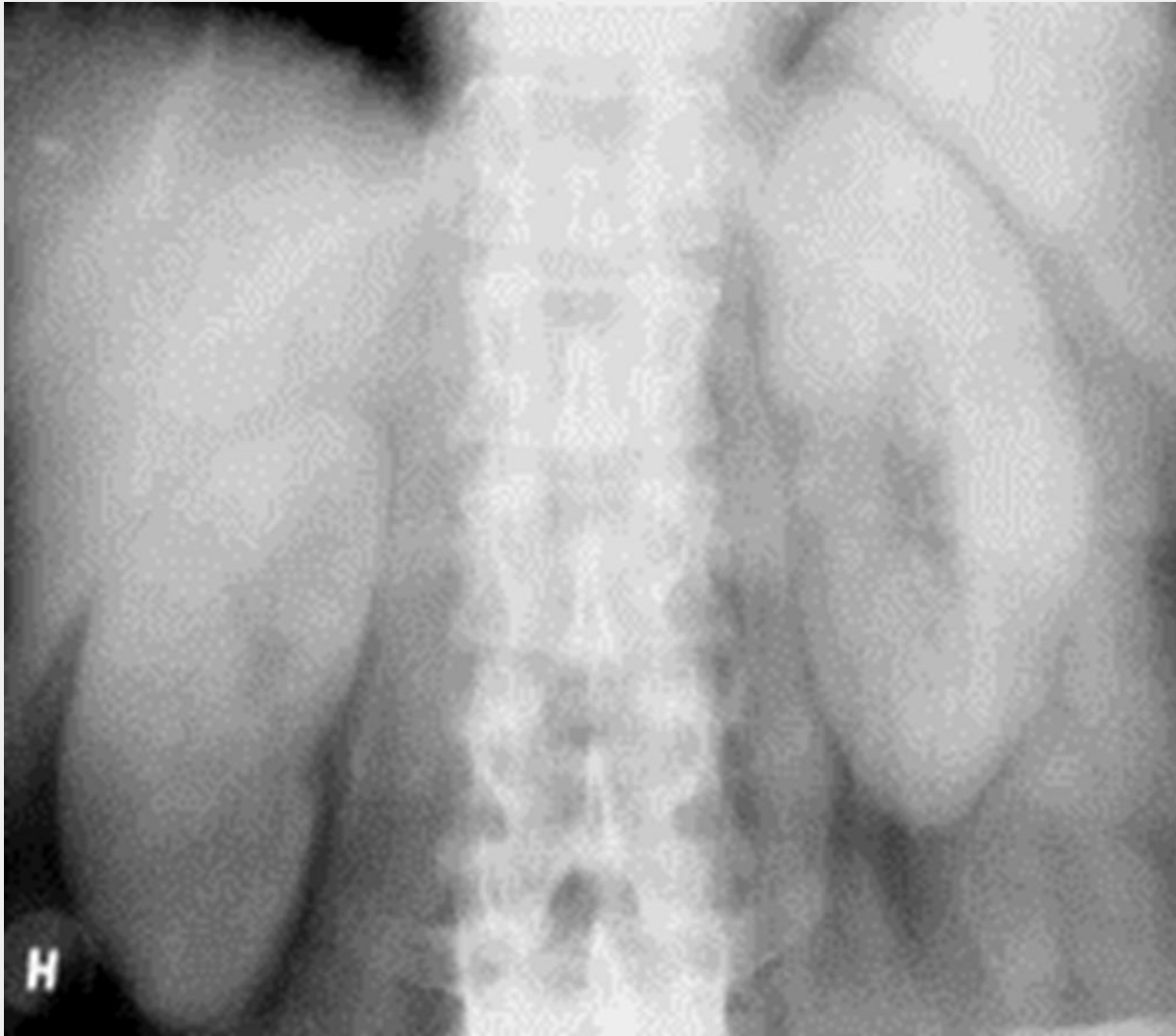


Гистеросальпингография



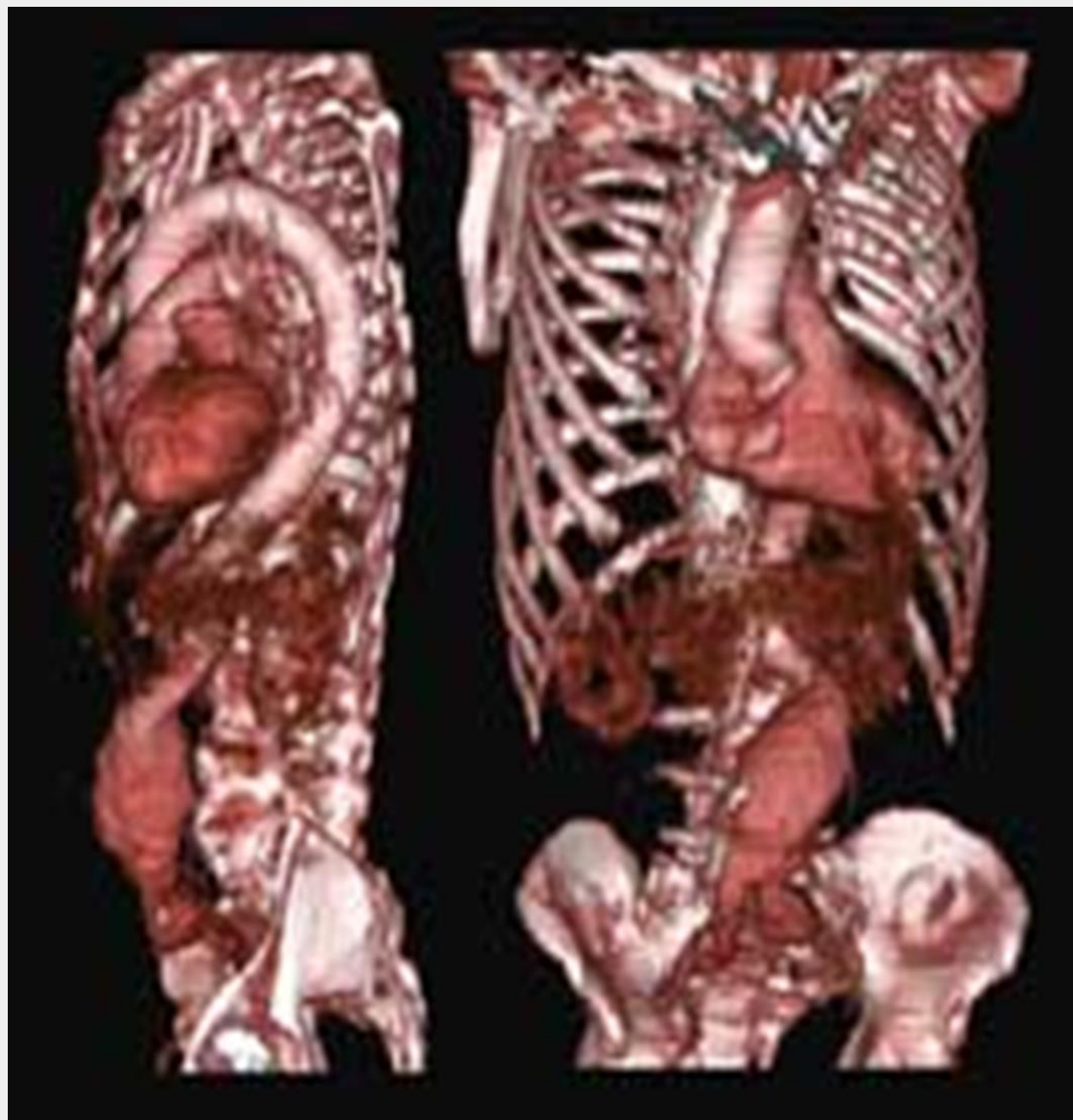


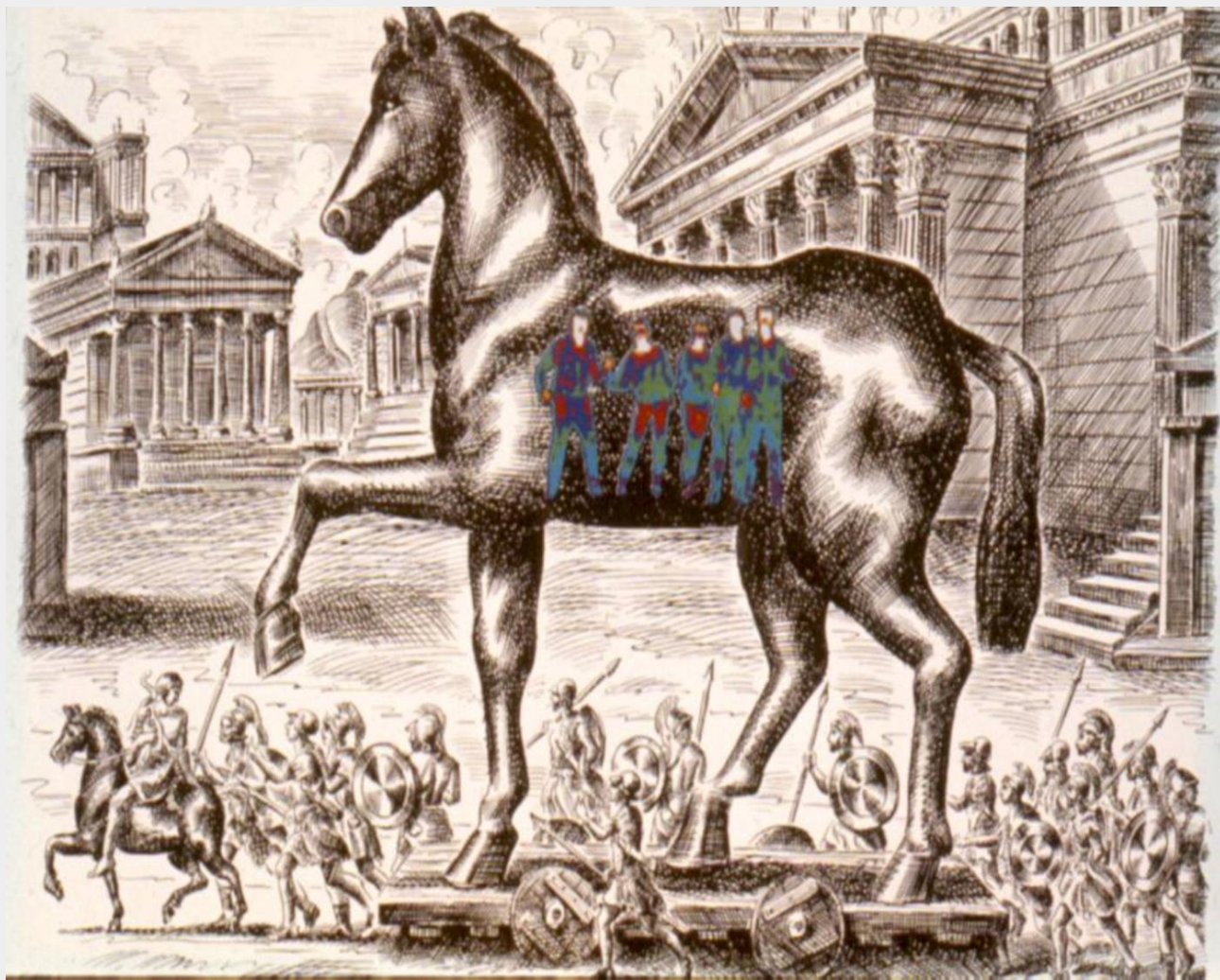
Продольная томография



Комплексное лучевое исследование











Основы лучевой диагностики

Медицинская радиология

- **Медицинская радиология** — область медицины, разрабатывающая теорию и практику применения излучения в медицинских целях. Включает в себя две основные медицинские дисциплины: лучевую диагностику и лучевую терапию .
- **Лучевая диагностика** — наука о применении излучений для исследования строения и функций нормальных и патологически измененных органов и систем человека с целью профилактики и распознавания заболеваний.
- **Лучевая терапия** — это наука о применении ионизирующих излучений для лечения болезней, в основном злокачественных новообразований.

Методы лучевой диагностики

- 1) Ионизирующие (рентгенография, рентгеноскопия, маммография, урография, ангиография, радионуклидные исследования, КТ)
- 2) Неионизирующие (УЗИ, МРТ)
- Инвазивные, неинвазивные, малоинвазивные
- Проекционные, томографические

Вильгельм Конрад Рентген

(Wilhelm Conrad Röntgen)

(27 марта 1845 – 10 февраля 1923)



Жизнь В.К. Рентгена

1888-1900

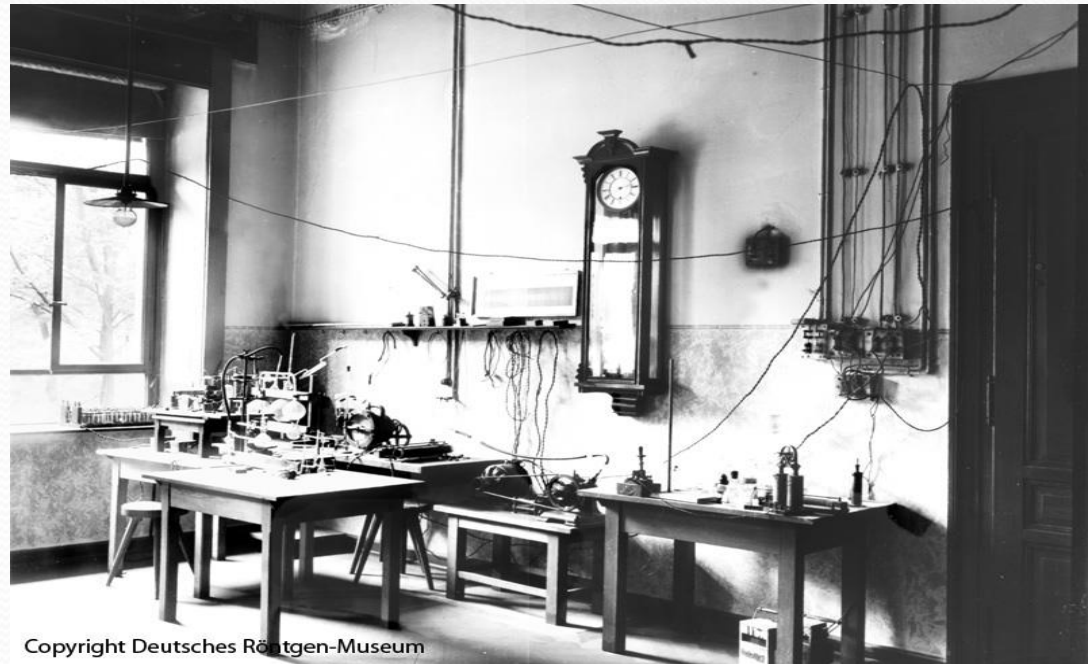
Профессор
физического
института
университета
Вюрцбурга



Вюрцбург

Открытие X-лучей – 8 ноября 1895 года

*лаборатория Рентгена,
в которой было
сделано открытие*



Открытие X-лучей

*здание Физического
института
Вюрцбурга*



Copyright Deutsches Röntgen-Museum



Открытие X-лучей

22 декабря 1895
Рентген произвел
ставший
всемирно
известным
снимок кисти
своей жены фрау
Анны Берты.



Открытие X-лучей



Рентген – первый лауреат Нобелевской премии по физике.

Открытие рентгеновых лучей и радиоактивности послужило основой для развития нового направления медицинской науки – рентгенологии, а затем лучевой диагностики.

Лучевая диагностика

- Рентгенодиагностика
- Радионуклидная диагностика
- Ультразвуковая диагностика
- Магнитный резонанс
- Интервенционная радиология
(эндоваскулярная хирургия)

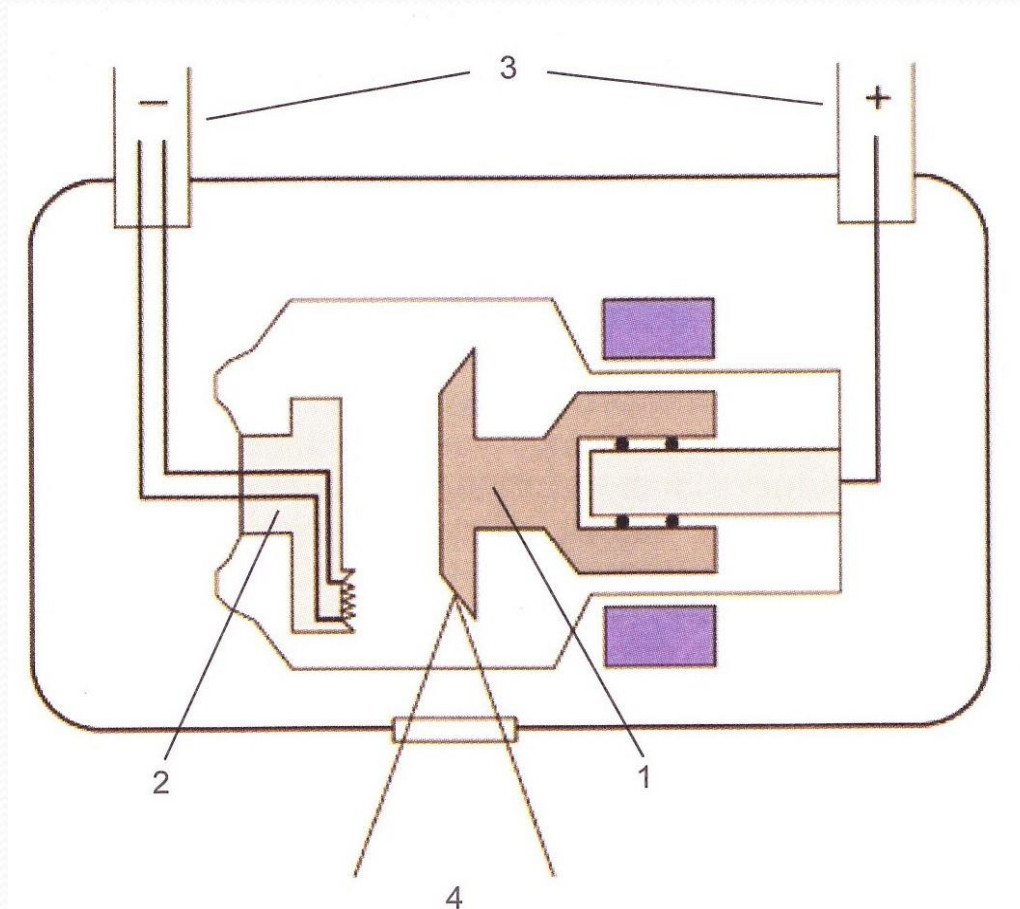
Рентгенодиагностика

- Рентгенография
- Рентгеноскопия
- Флюорография
- Продольная томография
- Маммография
- Ангиография
- Компьютерная томография
- Конусно-лучевая томография

Рентгенология

- Область клинической медицины, изучающая строение и функции органов и систем человека с помощью рентгеновского излучения.
- Рентгенодиагностика – распознавание болезней с использованием данных рентгенологического исследования для оказания неотложной медицинской помощи (неотложная) и для определения локализации патологических изменений (топическая).

Устройство рентгеновской трубки



1. анод
2. катод
3. напряжение подаваемое на трубку
4. рентгеновское излучение

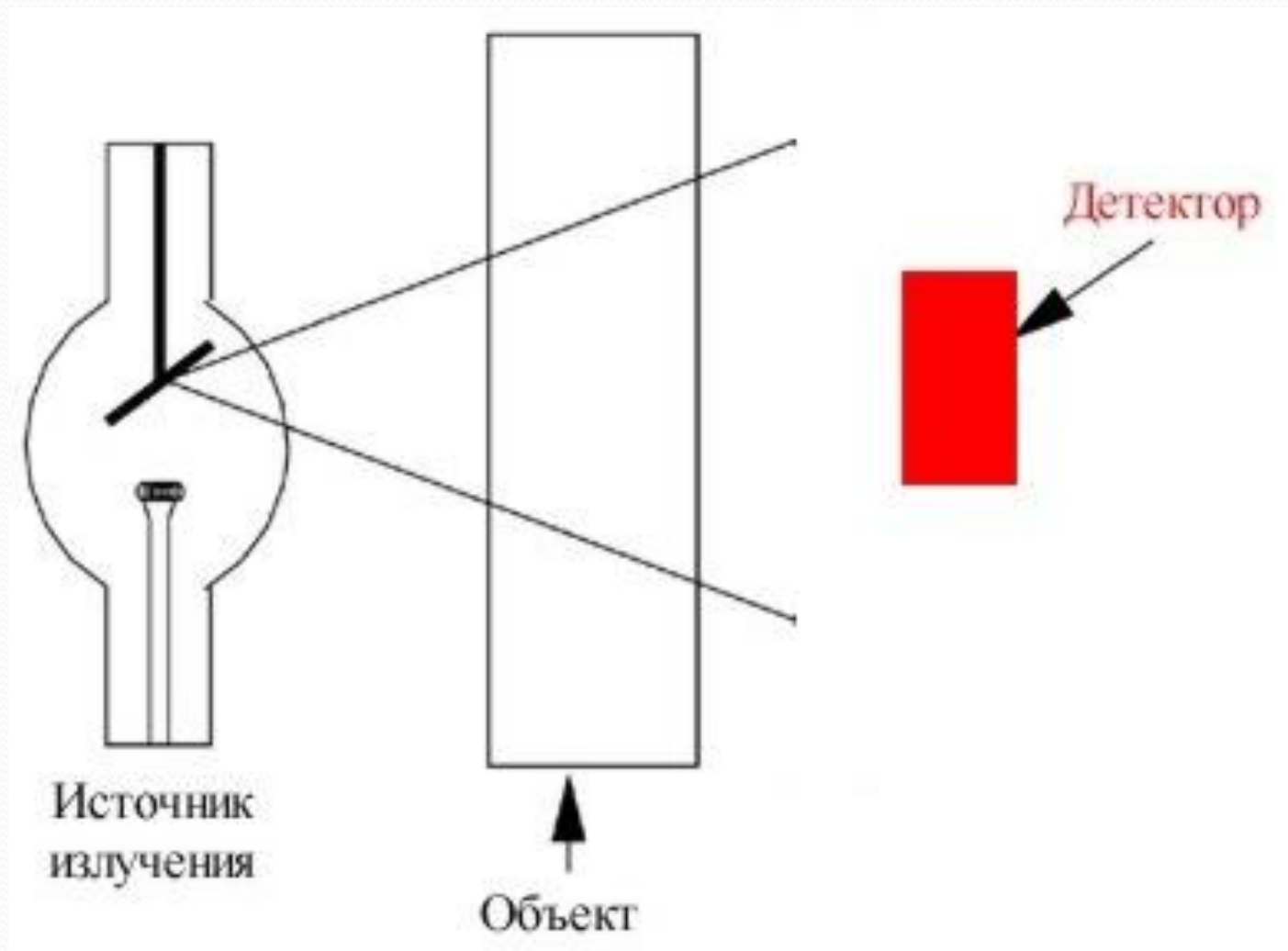
Физические свойства рентгеновского излучения

- Проникающая способность
- Вызывает свечение ряда химических соединений
- Разлагает галоидные соединения серебра
- Ионизирует атомы
- Вызывает сцинтилляцию в кристаллах
- Обладает биологическим действием

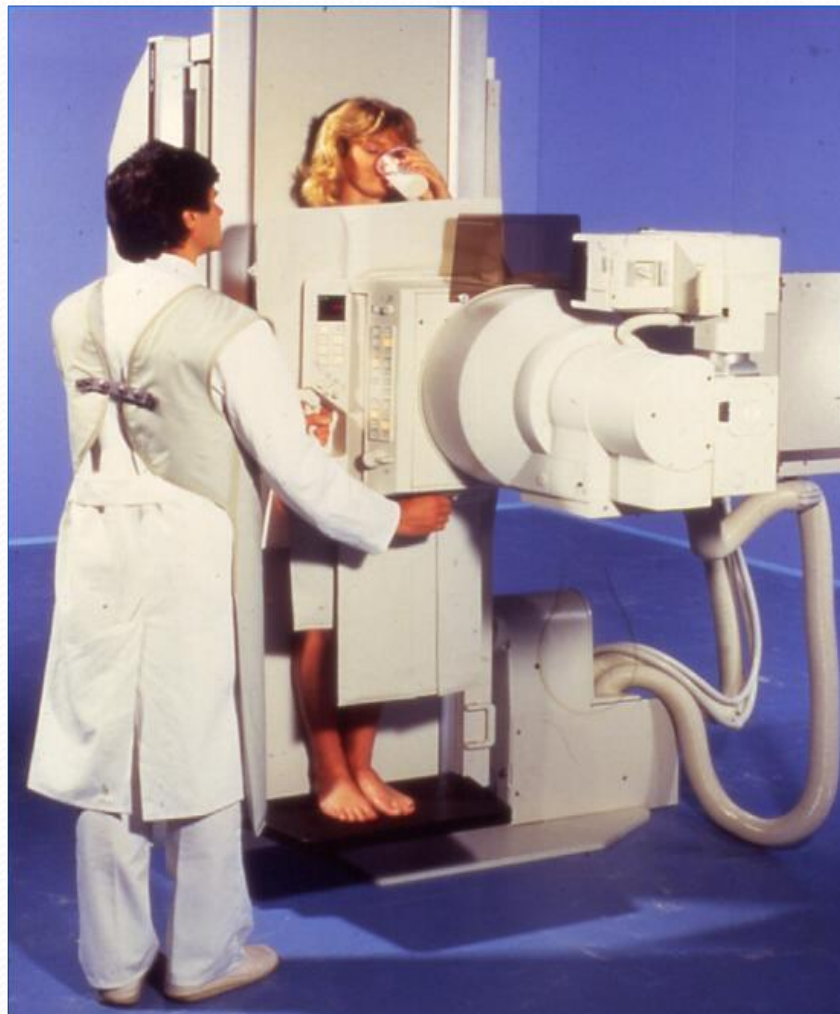
Технологии получения проекционных изображений в рентгенологии

- Аналоговые
 - на рентгеновскую пленку или флюоресцирующий экран без использования компьютерной техники
- Цифровые или дигитальные (digit – цифра)
 - с использованием компьютерной техники

Принцип получения рентгеновского изображения



Универсальный аналоговый рентгенодиагностический аппарат



Рентгенография

(греч. *graphein* – писать, изображать, син. рентгеносъемка) – изображение объекта фиксировано на светочувствительном материале (аналоговая технология), в магнитно-оптической памяти или на других носителях информации (цифровая технология).

Рентгенография

- **Обзорная** - изображение всей анатомической области.
- **Прицельная** - изображение части объекта в оптимальной проекции.
- **Контактная** - изображение объекта получено путем прямого контакта рентгеновской пленки с поверхностью тела или слизистой оболочкой.

На обычной рентгенограмме
получается суммационное
изображение всей толщи
исследуемой части тела!

Принцип анализа рентгенологического изображения

- Рентгенологическое излучение, прошедшее через участки тела человека, обладающие меньшей плотностью (легочная ткань, воздух, находящийся в ЖКТ), вызывает яркое свечение экрана и определяется термином «просветление».
- Плотные структуры (сердце, костный скелет, печень), значительно поглотившие рентгеновское излучение, образуют на экране темные участки – «тень».
- При рентгенографии рентгенолог оценивает **негативное** изображение!

Обзорные рентгенограммы органов грудной полости

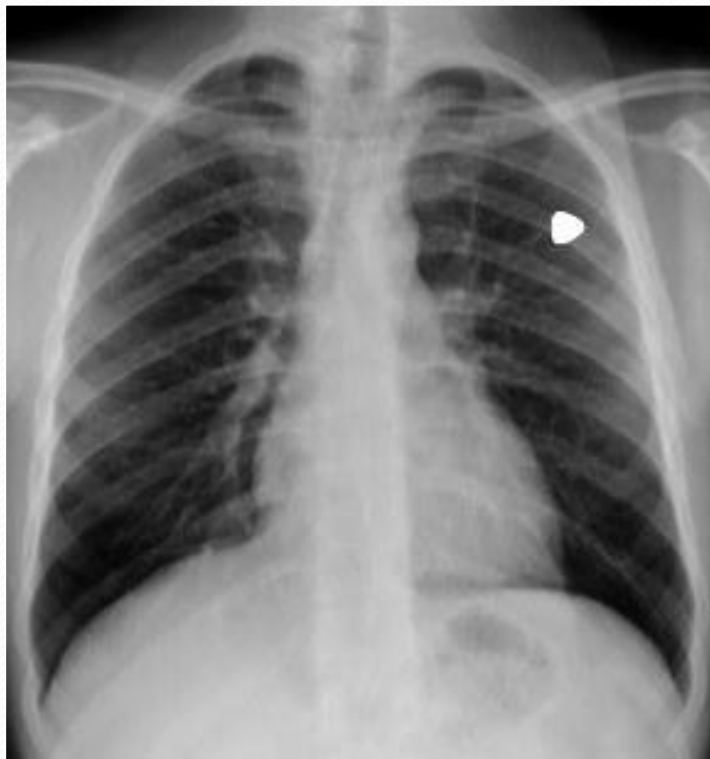


Прямая проекция



Боковая проекция

Почему необходимо многопроекционное исследование?



Обзорная рентгенография органов брюшной полости



Обзорная рентгенография костей таза



Рентгенография плечевого сустава



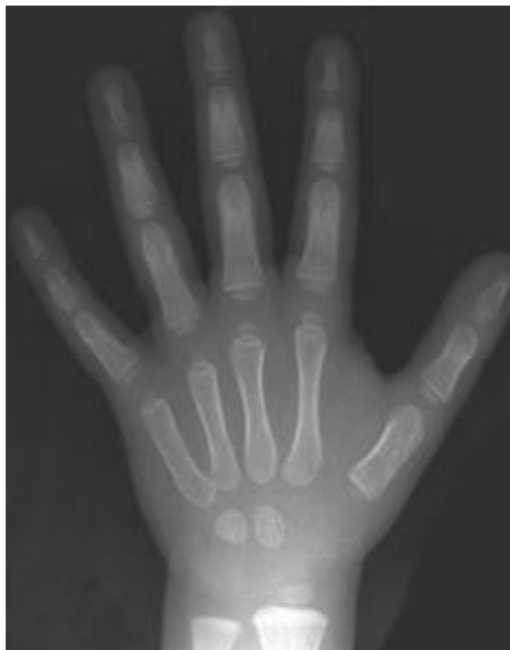
Рентгенография суставов



Возрастные особенности



До 3 лет



3 года

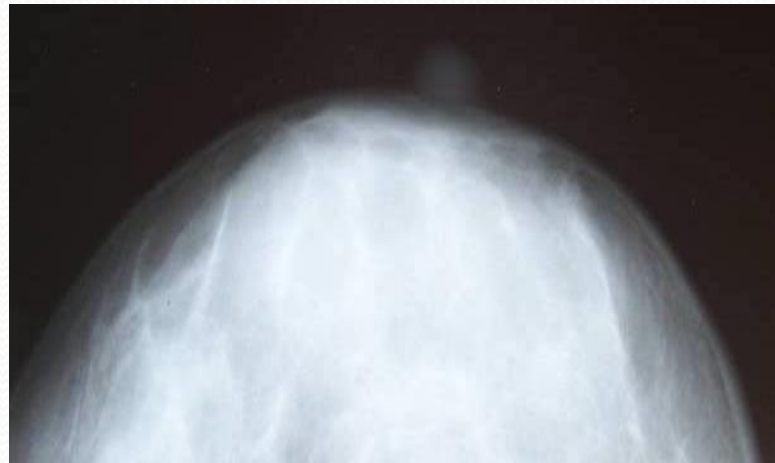
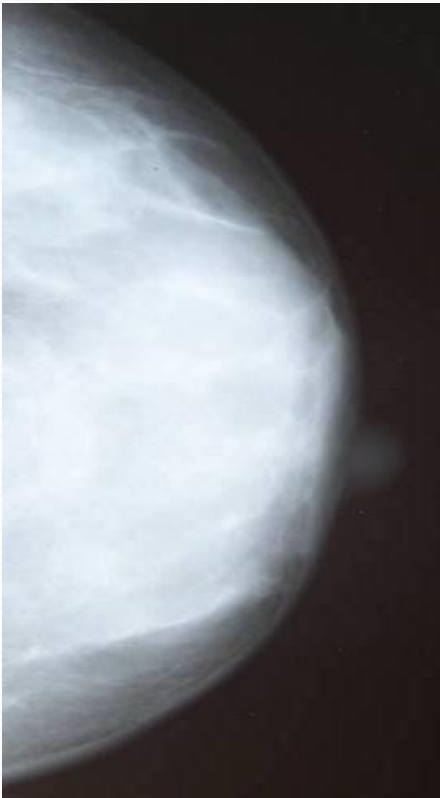


9 лет



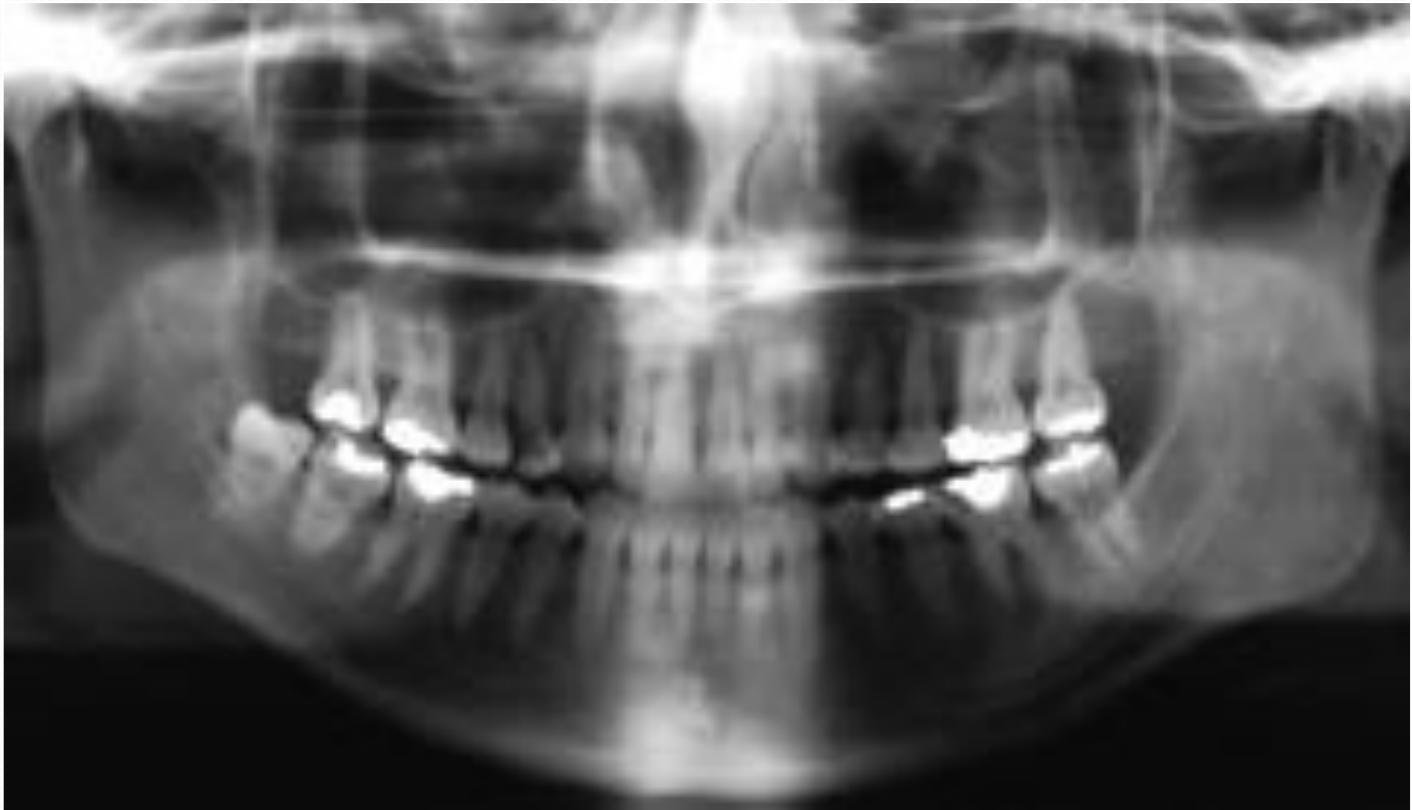
16 лет

Маммография



- Маммография (mamma молочная железа + греч. graphō писать, изображать) — рентгенография молочной железы, которая выполняется на специальном аппарате маммографе.

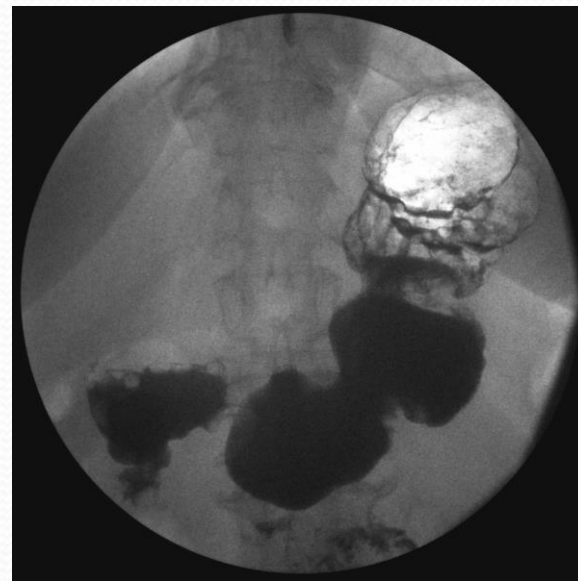
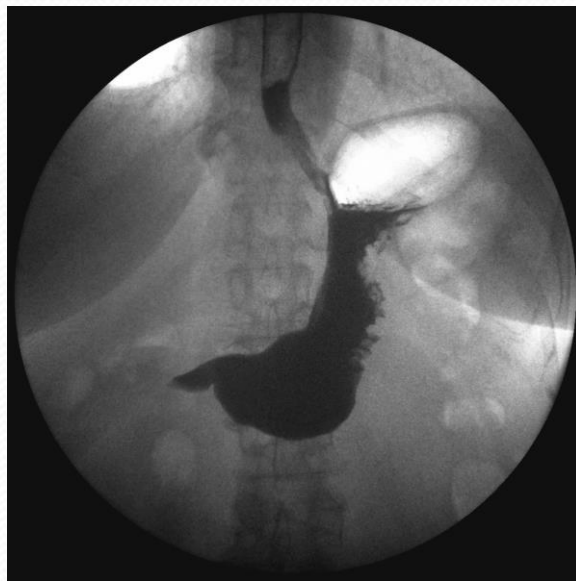
Ортопантограмма



Позволяет одновременно визуализировать структуру зубов,
верхней и нижней челюстей.

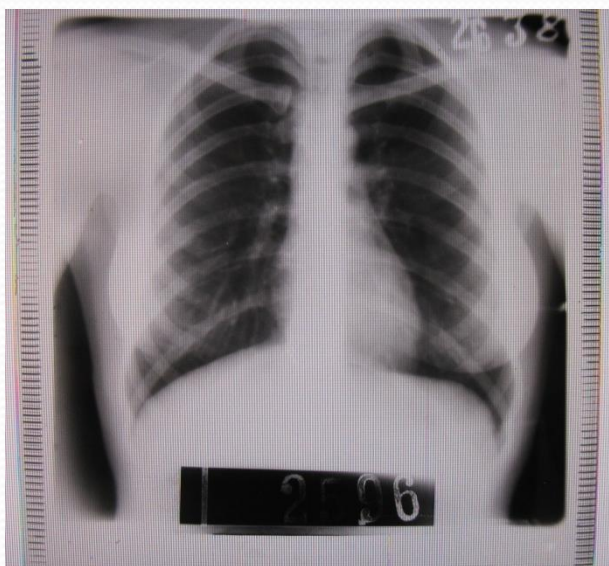
Рентгеноскопия

(греч. σκοπεо – рассматривать, наблюдать, син. флюороскопия) – метод рентгеновского исследования, при котором изображение объекта проецируется на светящийся (флюоресцирующий) экран или систему цифровых детекторов.



Флюорография

метод рентгеновского исследования, при котором происходит фотографирование изображения с флуоресцирующего экрана на фотопленку небольшого формата 10х10, 100х100 или 70х70 или цифровая флюорография.

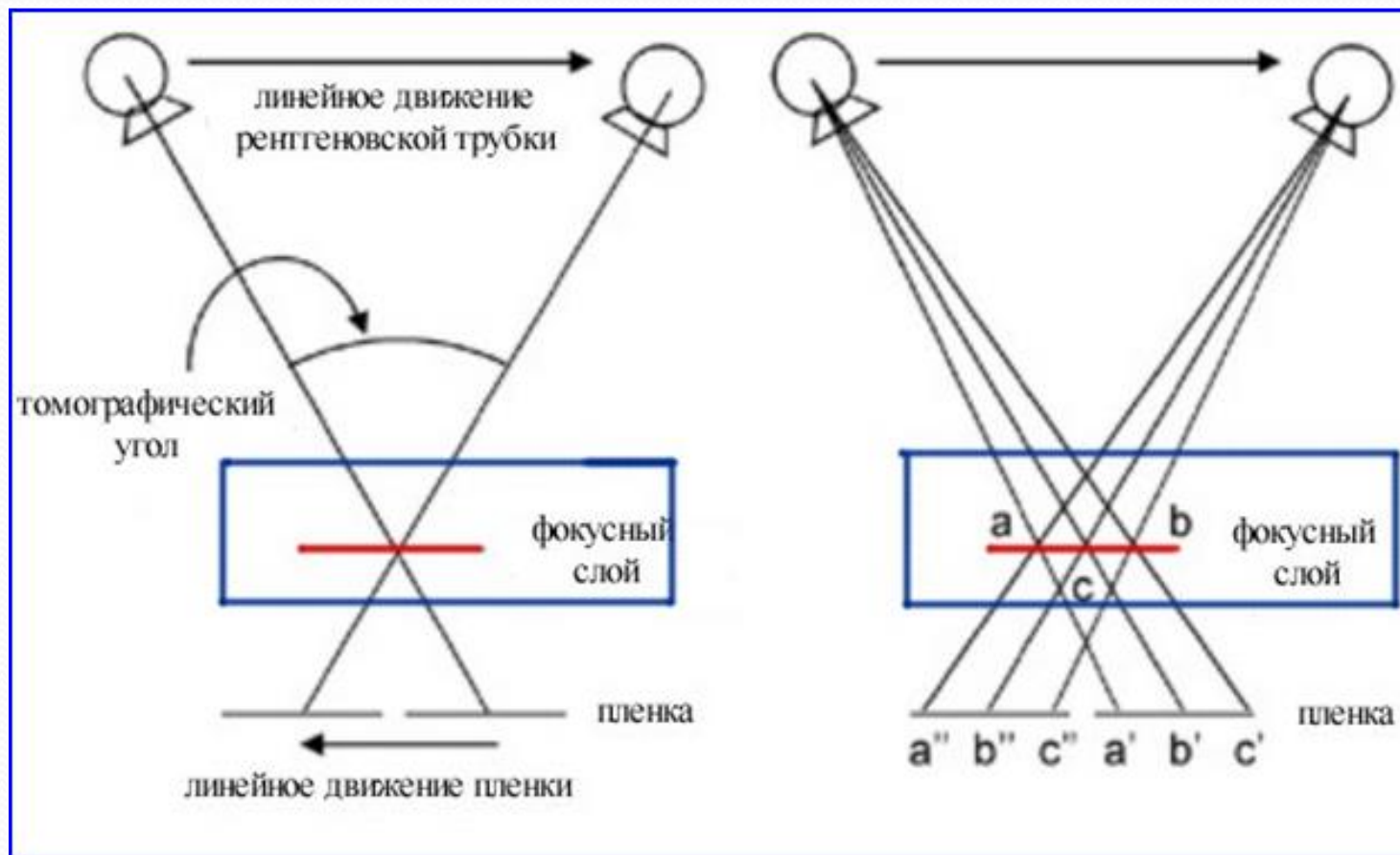


Продольная томография

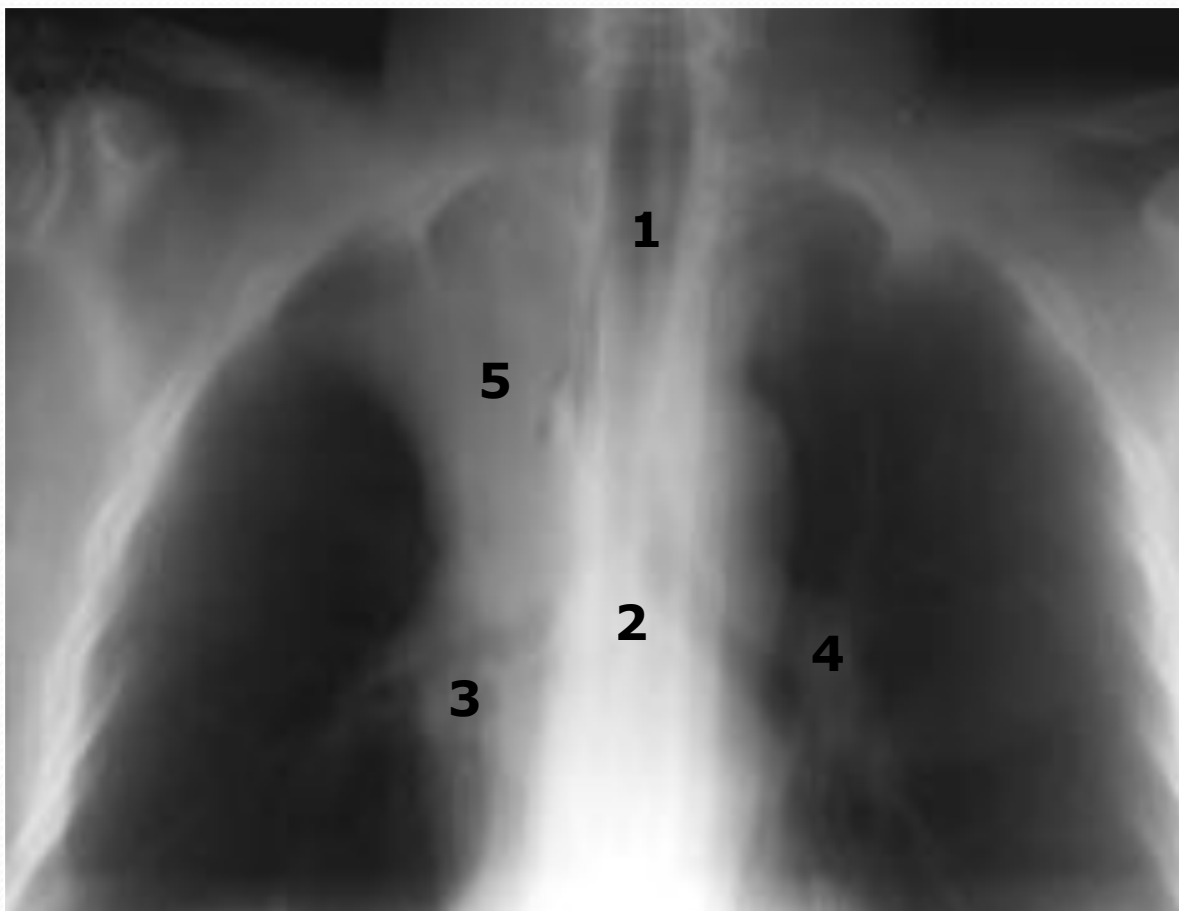
метод послойного рентгенологического исследования легких.

**Продольная томография
позволяет получить
изображение одного
изолированного слоя
исследуемой области.**

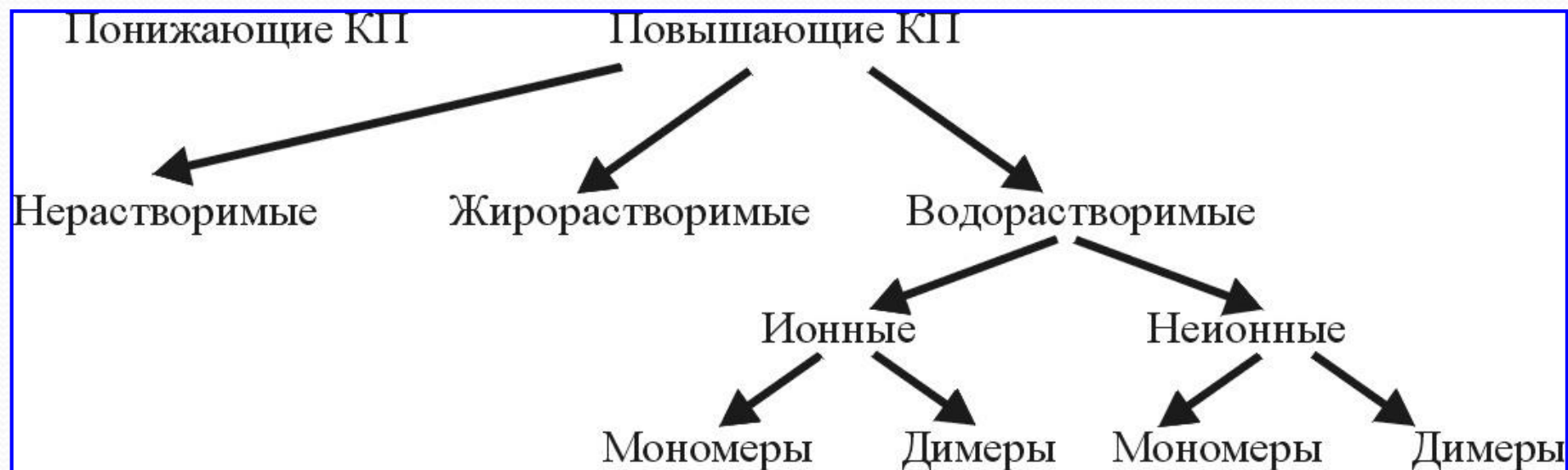
Продольная томография



Продольная томография



Контрастные средства, используемые при рентгенологическом исследовании



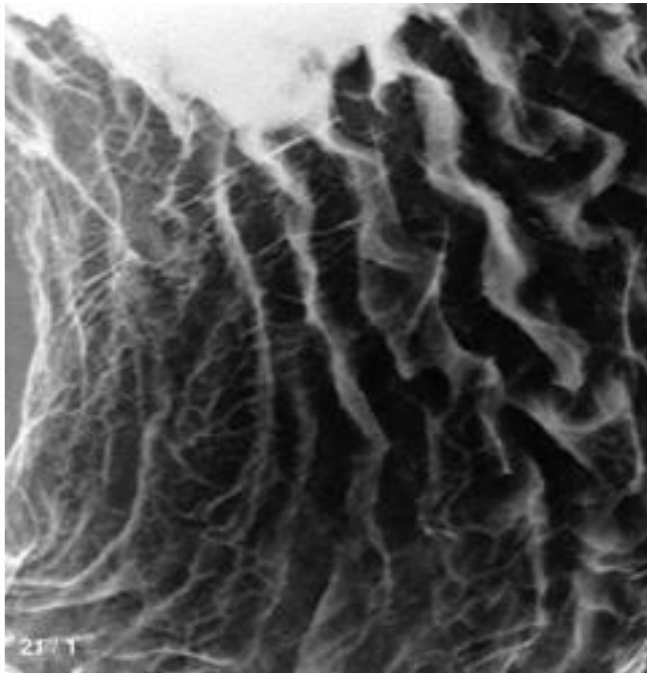
- КП – коэффициент поглощения рентгеновских лучей

Исследование пищевода



- Стрелками обозначено прохождение воздуха вместе с барием по пищеводу

Исследование желудка



рельеф слизистой тела желудка

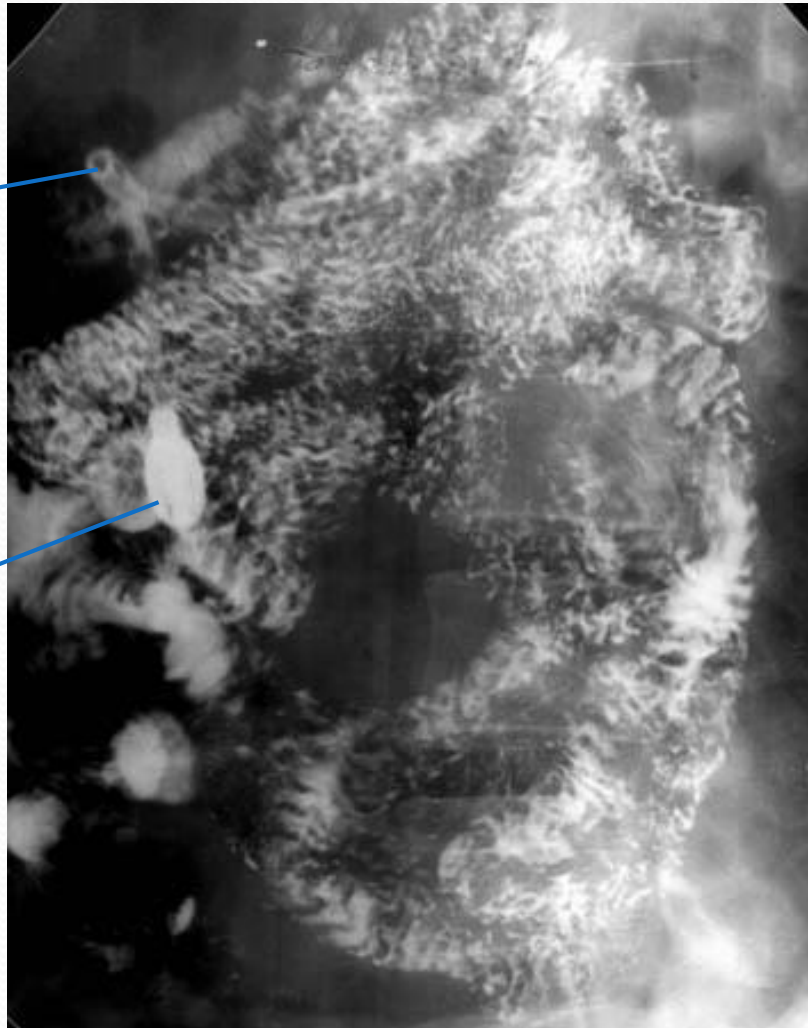


антральный отдел желудка и
луковица 12-перстной кишки

Энтерография

Зонд

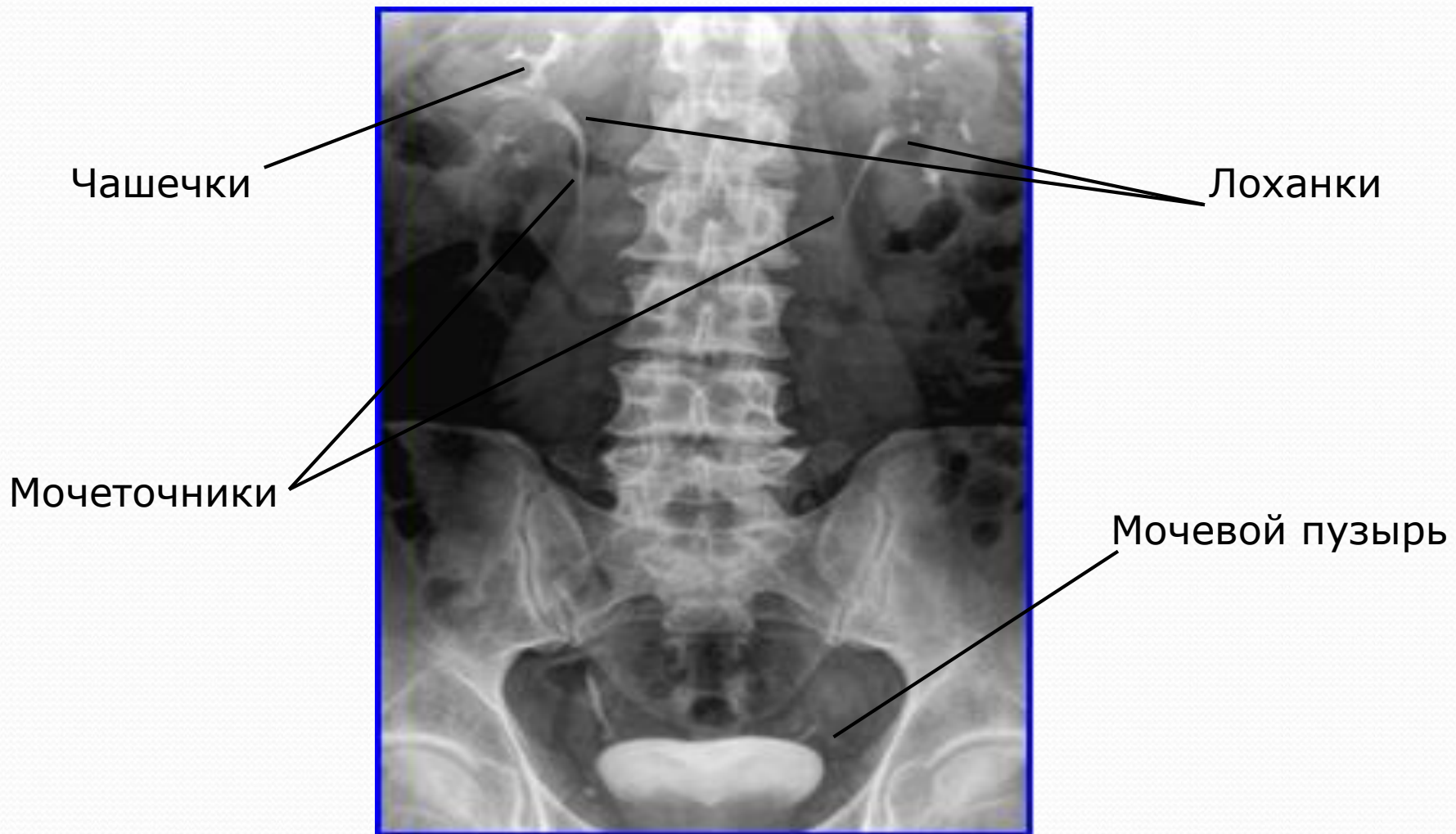
Олива зонда



Ирригография



Экскреторная урография



Гистеросальпингография



Эндоскопическая ретроградная панкреатохолангиография



Компьютерная томография

Метод рентгенологического исследования, основанный на получении послойных изображений с помощью компьютерных реконструкций.

Создатели КТ



Годфри Хаунсфилд



Алан М.Кормак

Компьютерная томография

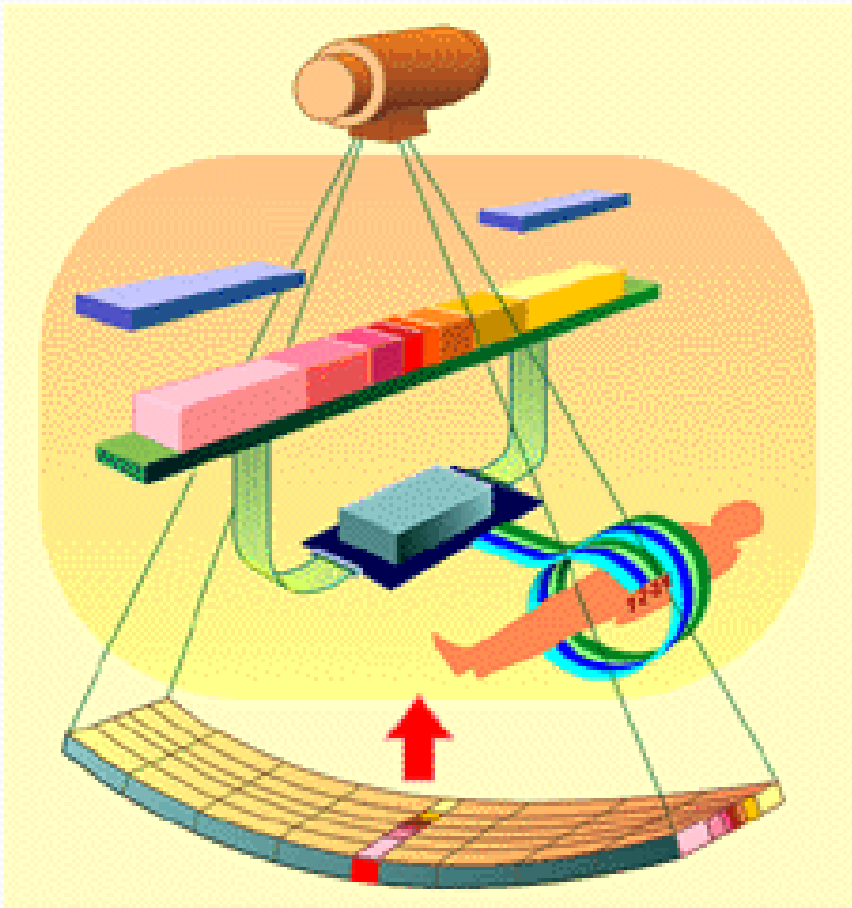
- Главное преимущество - контрастное разрешение (обусловлено, главным образом, различиями в тканевых коэффициентах поглощения).
- КТ фундаментально отличается от традиционной томографии. При КТ излучение направляется только на тонкий слой тканей. Вследствие этого отсутствует наложение или размывание структур, расположенных вне выбранных срезов.

Достоинства	Недостатки и ограничения
Высокая разрешающая способность	Лучевая нагрузка
Короткое время выполнения	Ограничение функциональных исследований
Универсальность, стандартизация	Применение контрастных средств
Нет ограничения по тяжести состояния, наличию инородных предметов	

Первый компьютерный томограф 1972 г



Мультиспиральная КТ

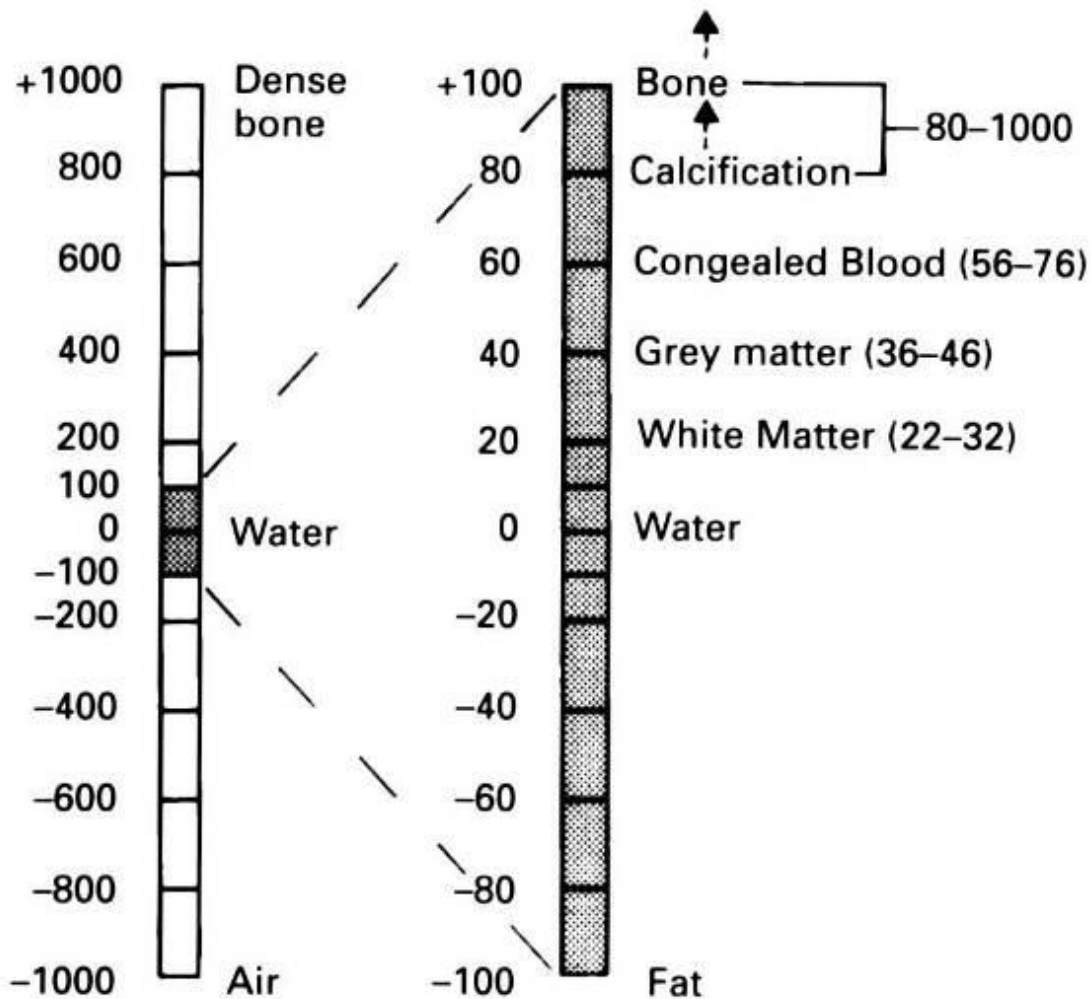


= Мультисрезовая КТ
Многорядные детекторы
(за полный оборот
системы "трубка-
детекторы" можно
воспроизводить более
одного среза, что
значительно увеличивает
скорость исследования)

Мультиспиральный томограф

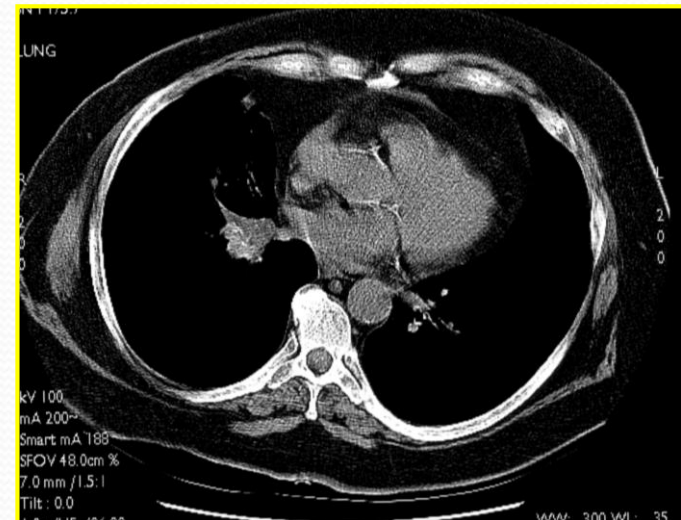
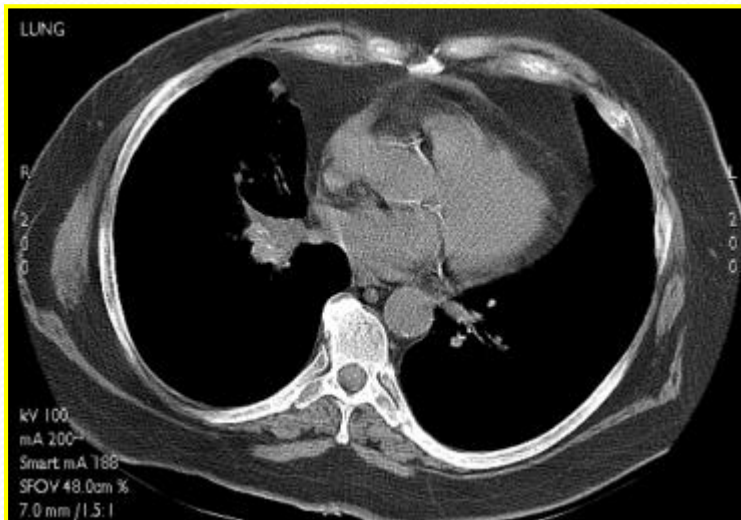
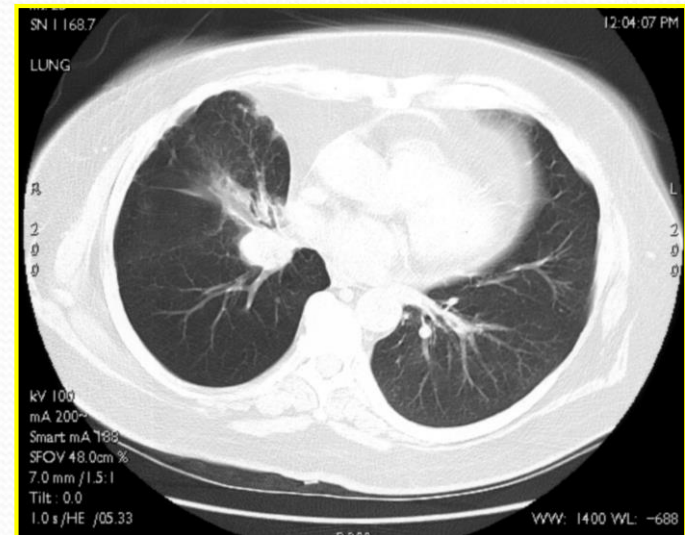
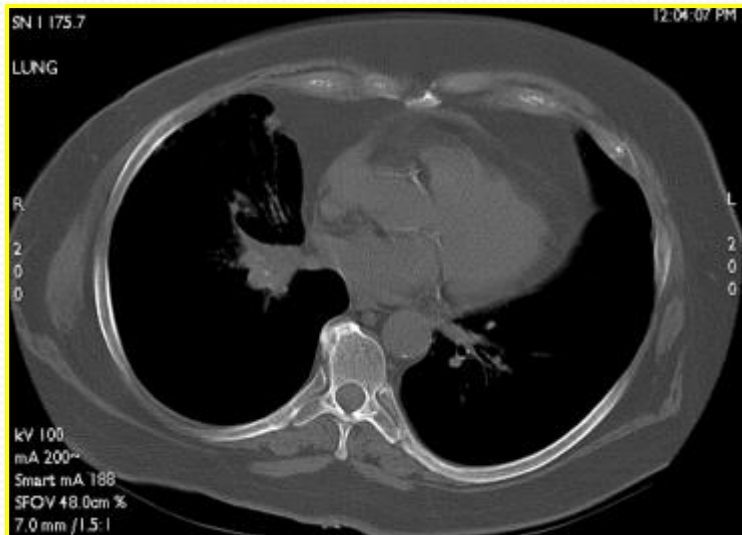


Шкала Хаунсфилда



Карта рентгеновских коэффициентов поглощения, которые выражаются в единицах Hounsfield (HU), о HU - уровень поглощения дистиллированной воды, а минус 1000 HU - сухого воздуха. Коэффициент поглощения костной ткани - плюс 800-1000 HU.

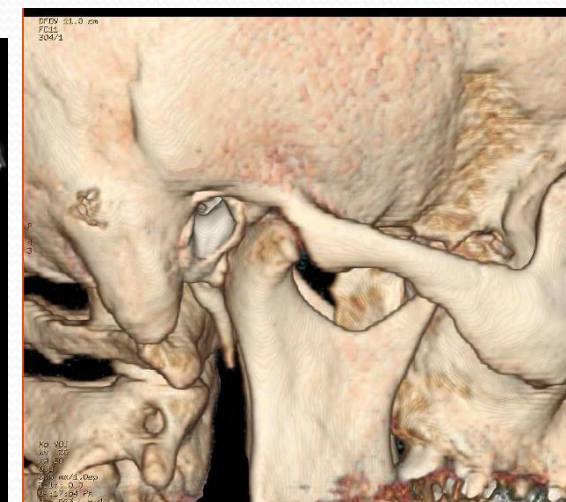
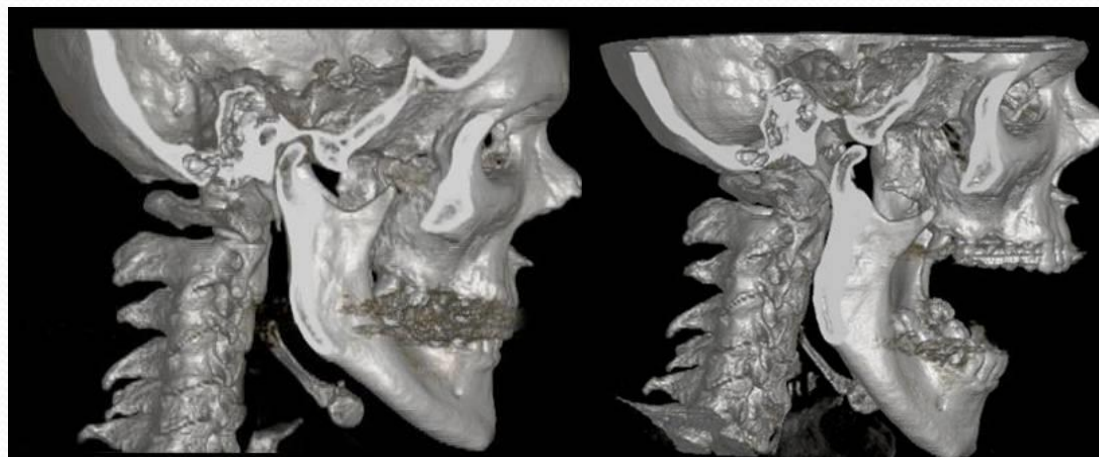
Режимы («окна»)



3D реконструкция



Функциональное исследование височно-нижнечелюстного сустава



FSV. 2

WL = 400
WW = 2000
5.1 mm

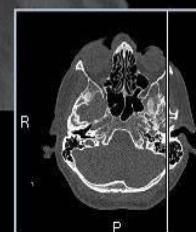
A



FSV. 1

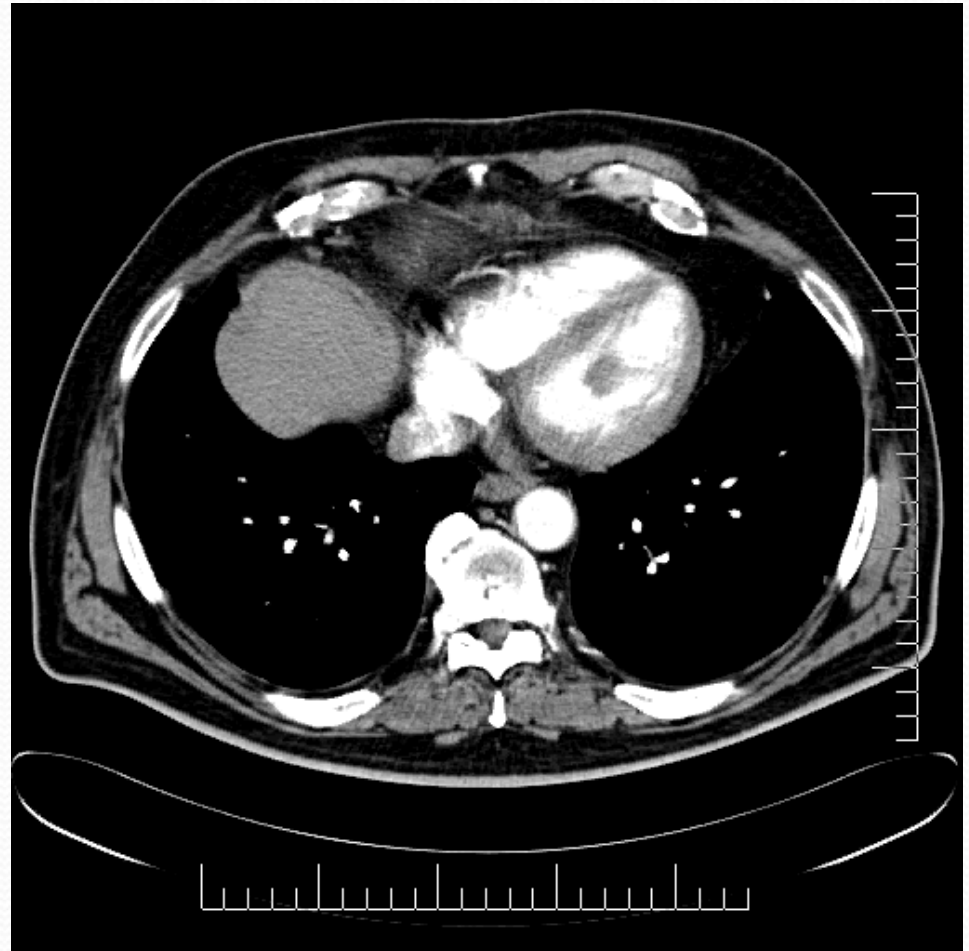
WL = 400
WW = 2000
4.2 mm

F

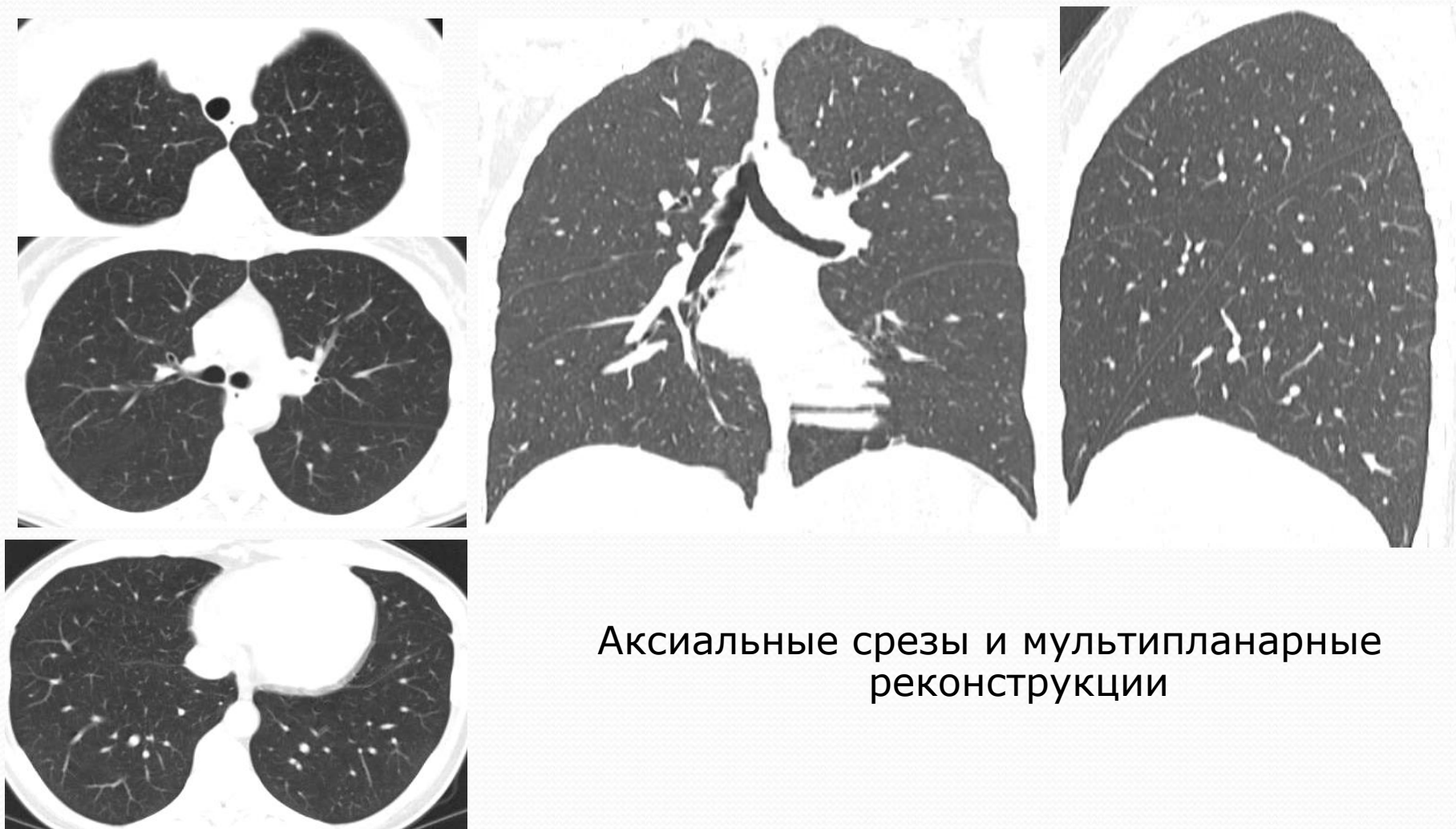


Контрастирование

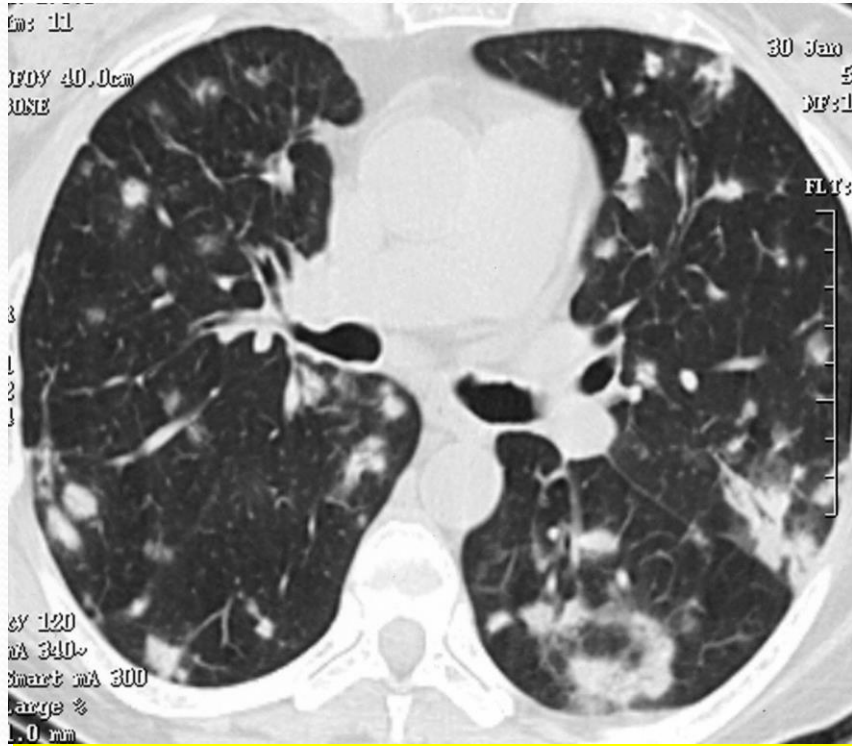
- Внутривенное:
водорастворимые
йодосодержащие КП,
вводятся струйно или
болюсно (омнипак,
визипак)
- Пероральное (для
заполнения ЖКТ -
урографин)



КТ органов грудной клетки



КТ органов грудной клетки

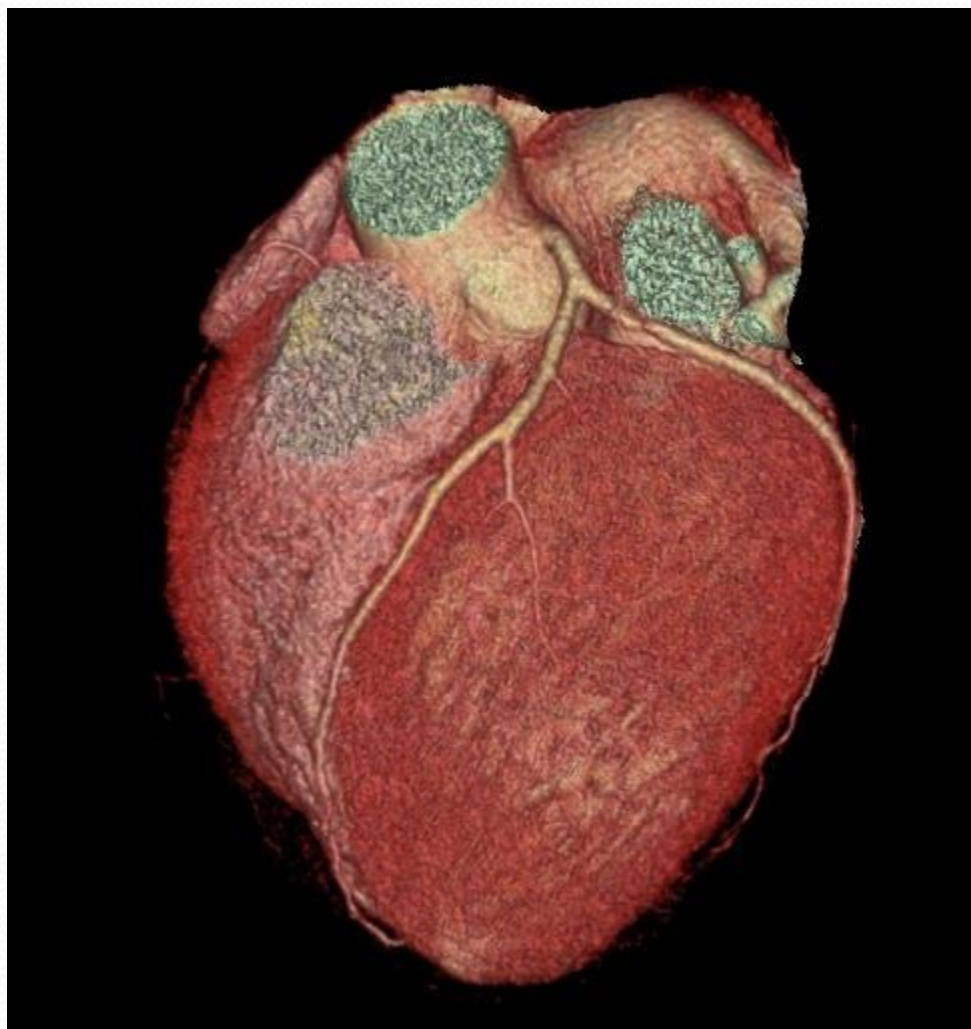


Микотическое поражение

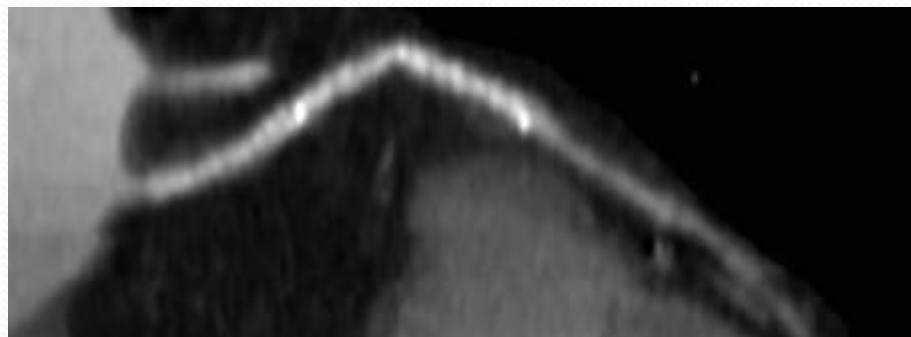
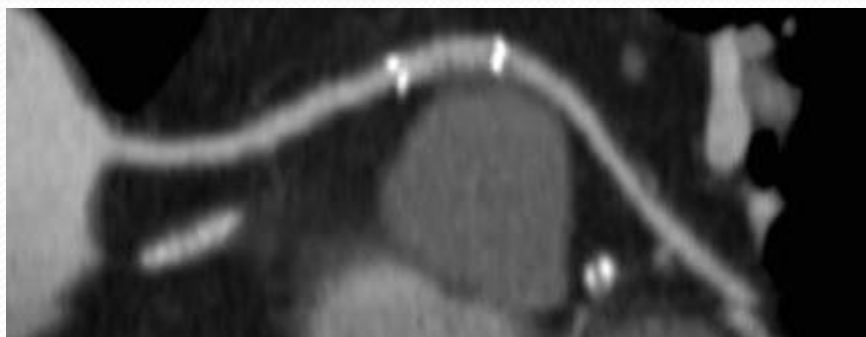
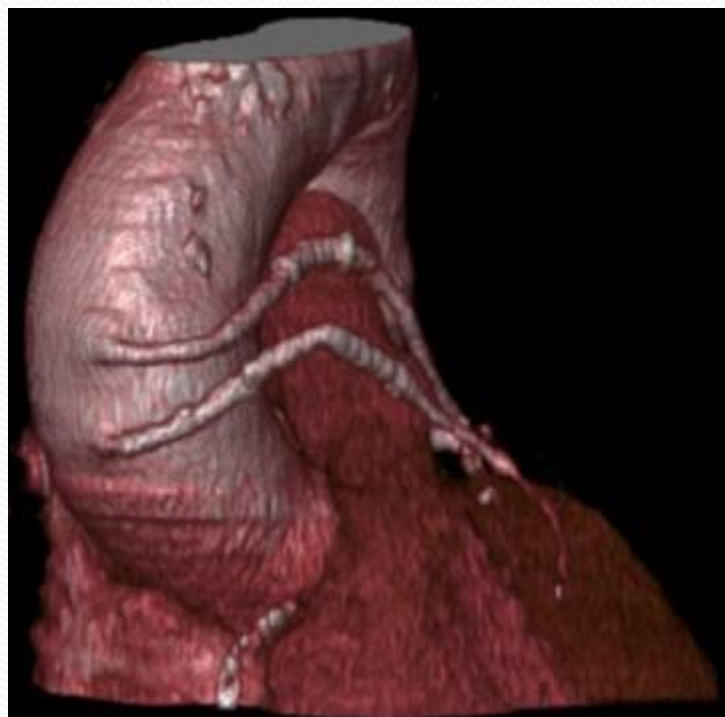


Периферический рак

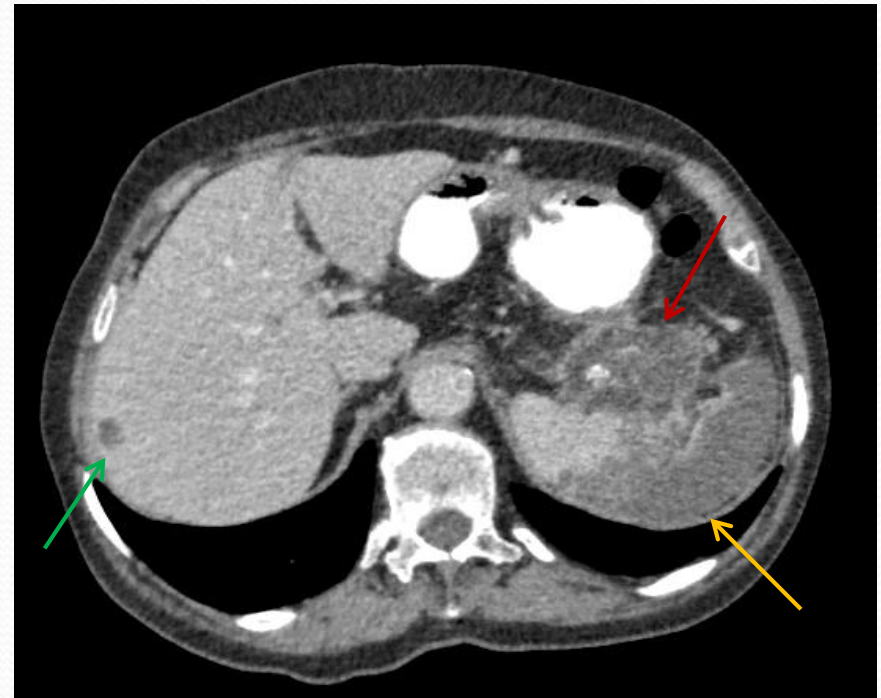
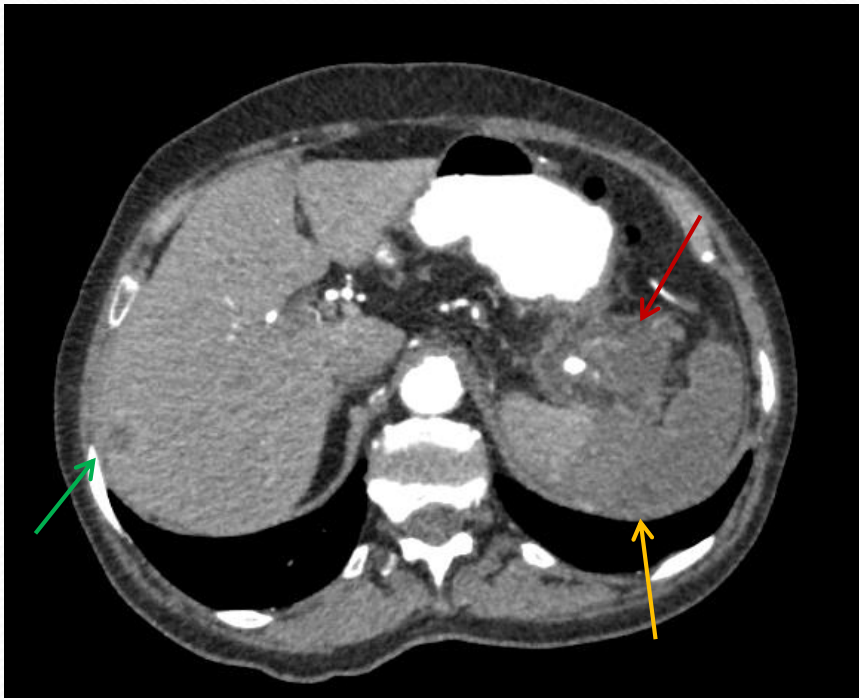
КТ сердца и коронарных артерий



Стентированные аорто-коронарные шунты



КТ брюшной полости



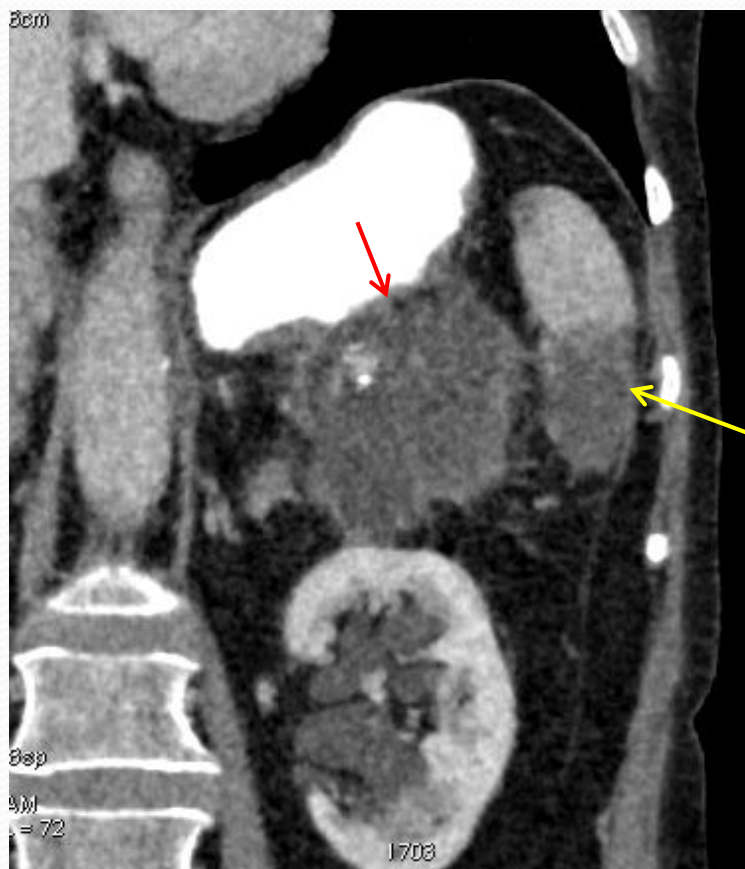
Пациентка, 60 лет, опухоль тела и хвоста поджелудочной железы, инфаркт селезенки, гиподенсное образование в печени (киста/метс?)

КТ брюшной полости

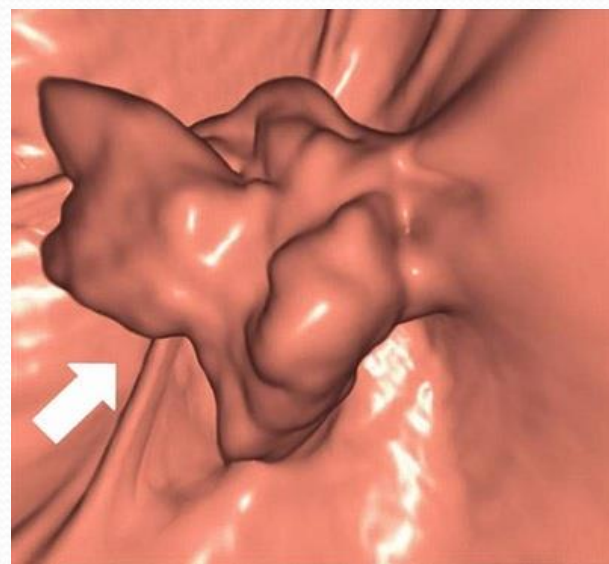
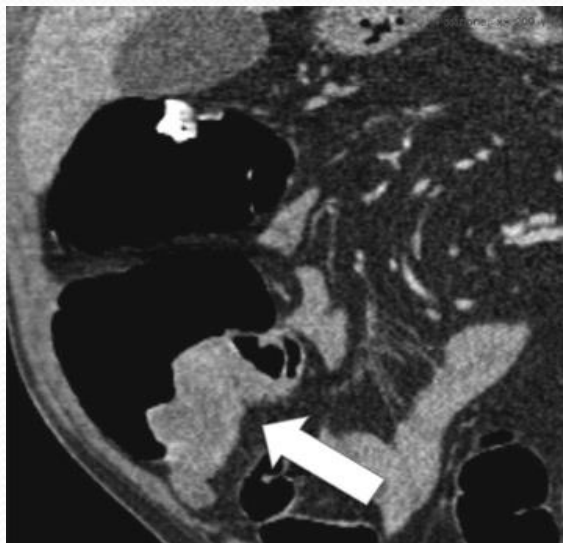
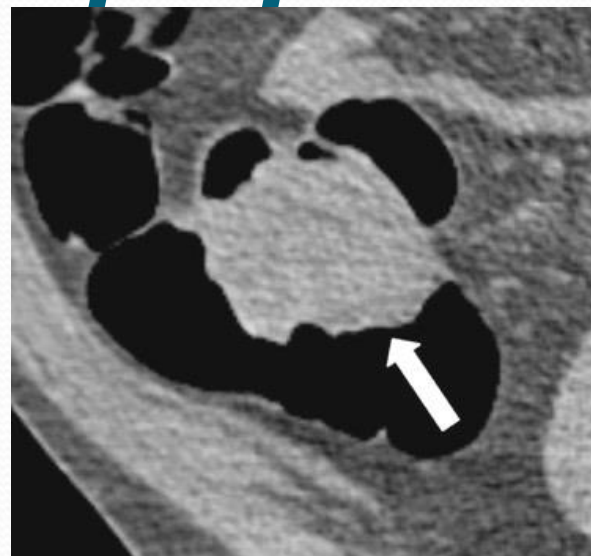
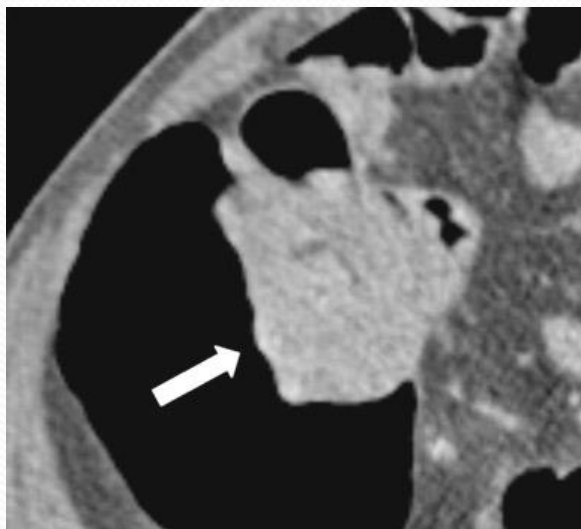


Образование хвоста поджелудочной железы интимно прилежит к левому надпочечнику, который увеличен, уплотнен и активно накапливает контрастное вещество

Корональные МПР



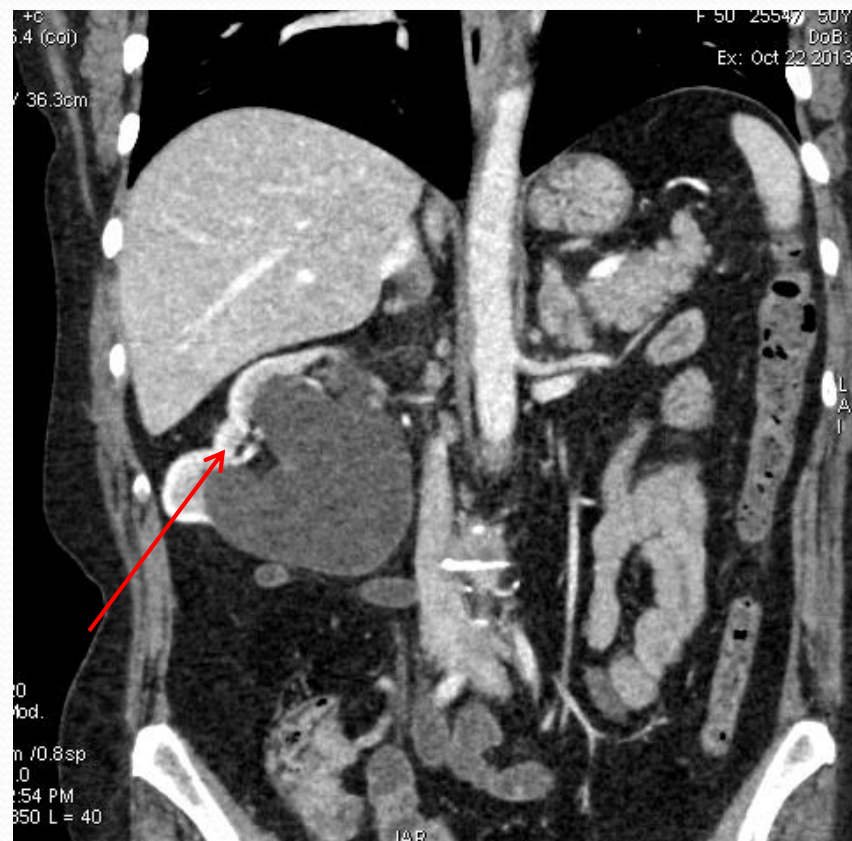
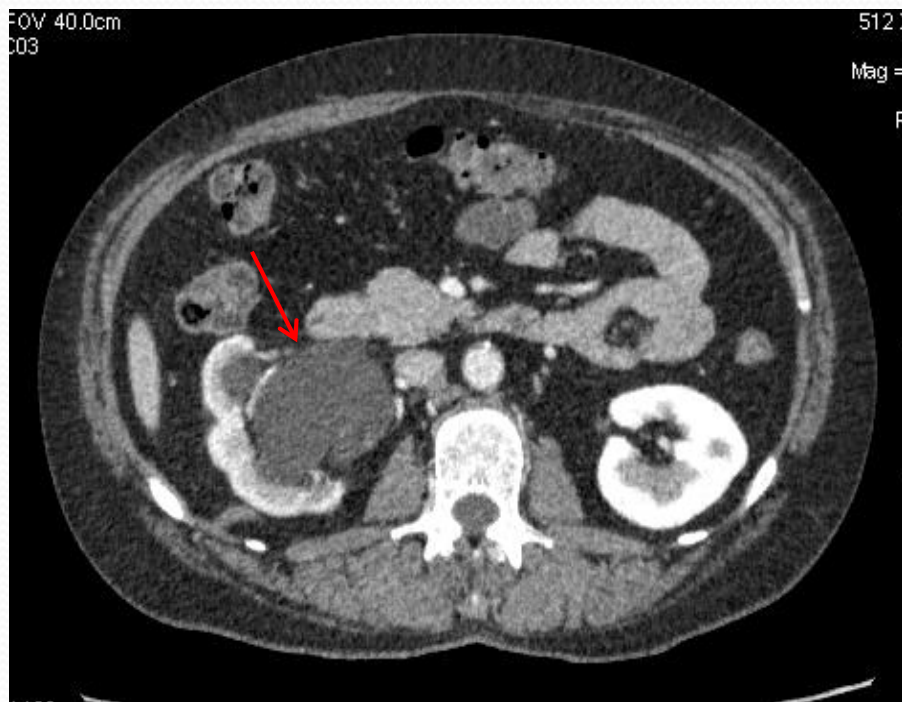
КТ-колонография



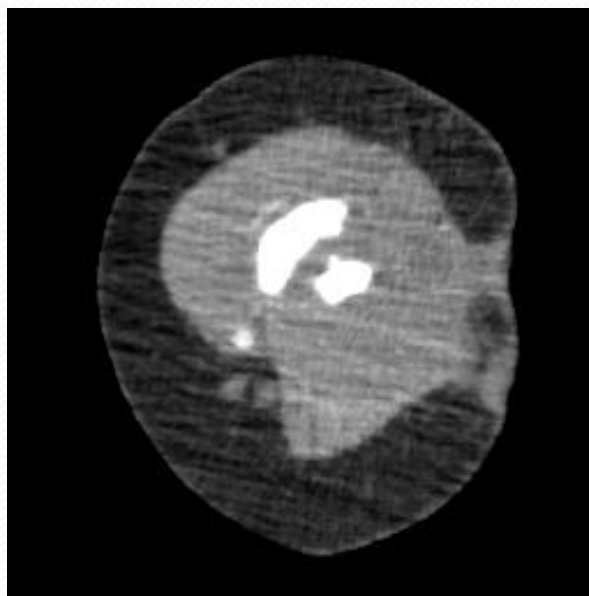
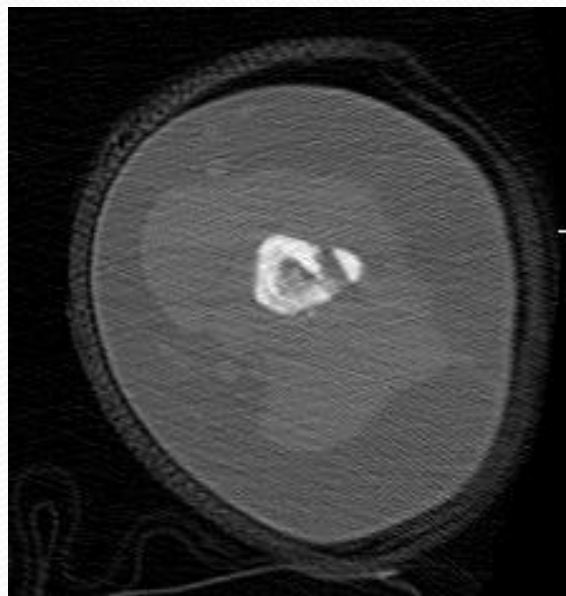
КТ мочевыделительной системы



Исследование мочевыделительной системы



Исследование костного скелета



**Костное и
мягкотканное окна,
аксиальные срезы**



МПР

Конусно-лучевая томография

- специализированная методика
- широко представлена в стоматологической практике.
- При КЛКТ применяется не узкий рентгенологический пучок, а конический, что позволяет за один оборот системы отсканировать необходимый анатомический объем

Конусно-лучевая томография

- Выполняется на специализированных томографах в положении стоя, сидя или лежа
- Во время снимка вокруг головы пациента медленно поворачивается рентгеновская трубка и плоский датчик (оборот 360 градусов), при этом время исследования занимает 10-40 секунд. В результате исследования получается первично трехмерное изображение высокого разрешения. Для просмотра и обработки исследования (построения сечений, проведения измерений) используются специальные дентальные программы.

Конусно-лучевая томография



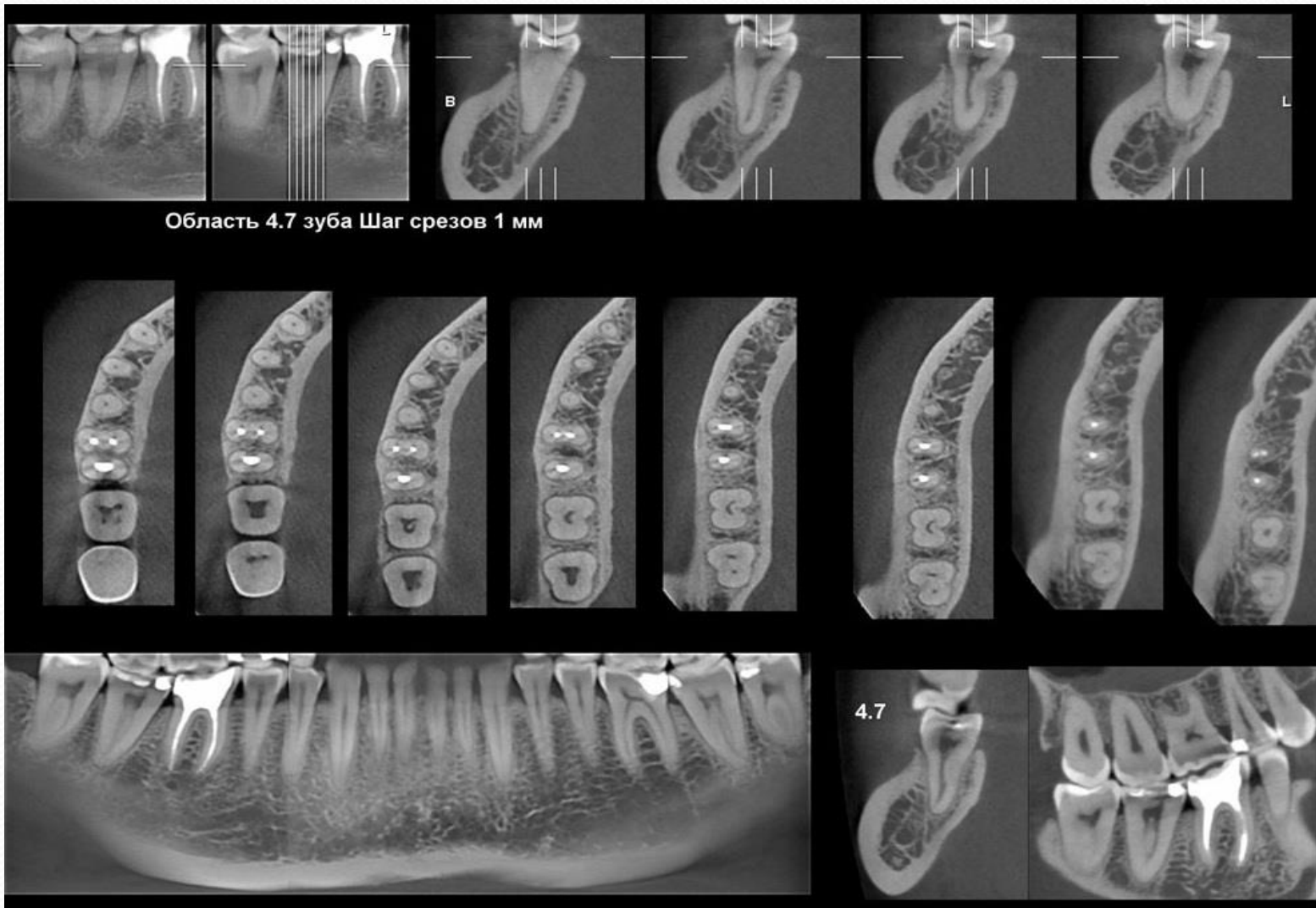
Показания к КЛКТ

- Травмы и повреждения зубов и челюстей
- Аномалии развития и положения зубов и челюстей
- Заболевания верхнечелюстных пазух
- Планирование хирургических операций
- Новообразования костей и мягких тканей ЧЛО
- Выявление скрытых кариозных полостей
- Планирование ортодонтического лечения
- Планирование терапевтического лечения
- Контроль качества проведенного лечения

Конусно-лучевая томография

- Преимущества: возможность оценки большого количество анатомических структур, входящих в зону исследования, представление изображения с позиции трех взаимно перпендикулярных плоскостей или в виде трехмерной реконструкции, более низкая лучевая нагрузка (чем при КТ), возможность построения реконструкций (панорамных, мультипланарных), наличие специализированных программ.
- Недостатки: недостаточно хорошая визуализация и дифференцировка мягких тканей.

Конусно-лучевая томография



Конусно-лучевая томография



Радионуклидная диагностика

- группа диагностических методов, основанных на визуализации органов и тканей путем регистрации ионизирующего излучения от введенного в организм радиоактивного индикатора.

Радионуклидная диагностика

- Радиометрия и радиография
- Статическая и динамическая сцинтиграфия
- Эмиссионная компьютерная томография (ЭКТ)
 - Однофотонная эмиссионная КТ (ОФЭКТ)
 - Позитронно-эмиссионная томография(ПЭТ)

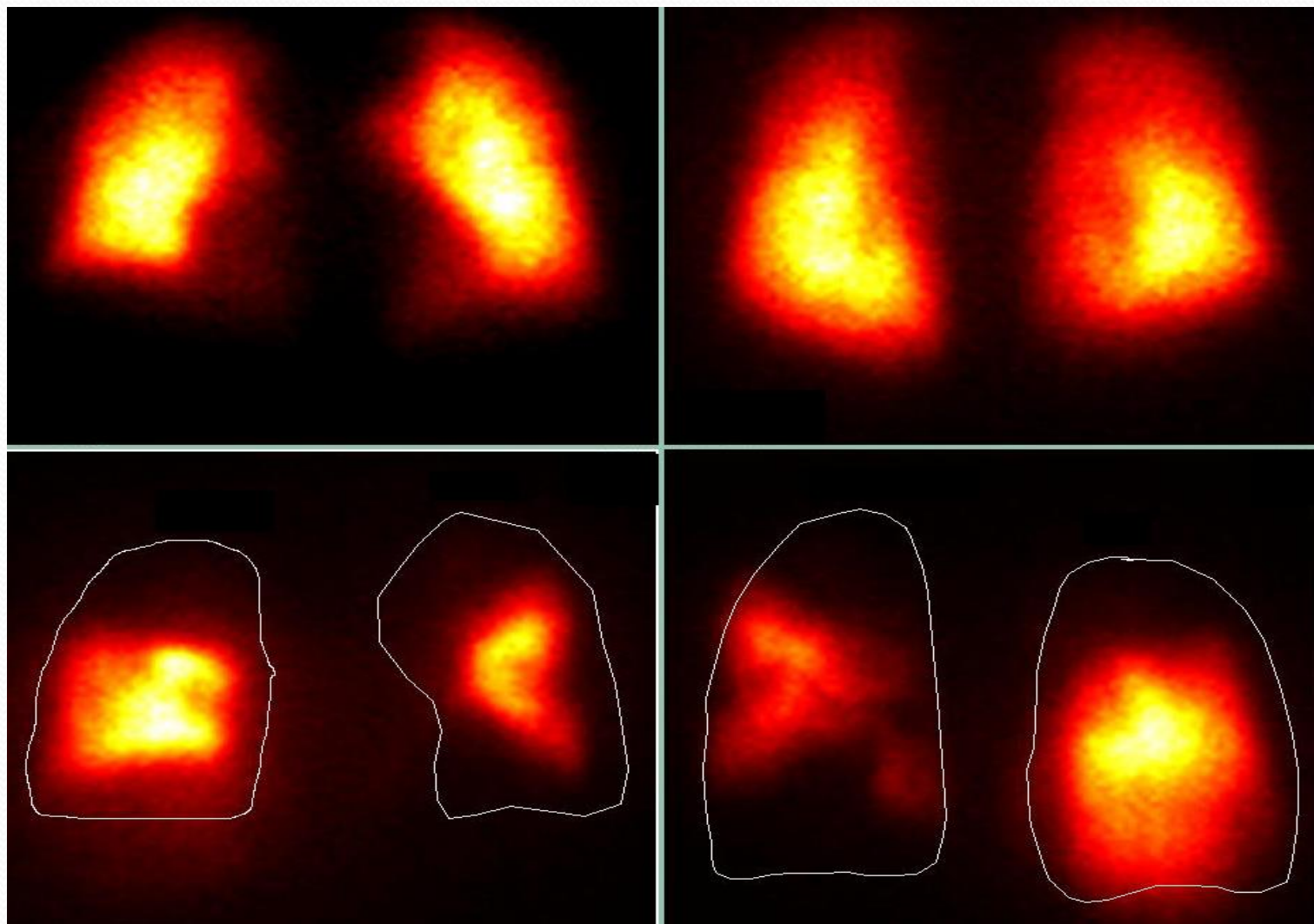
Современные гамма-камеры



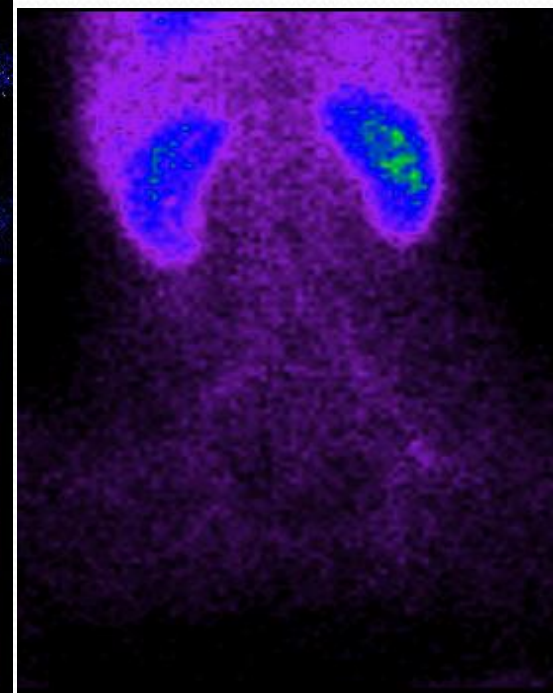
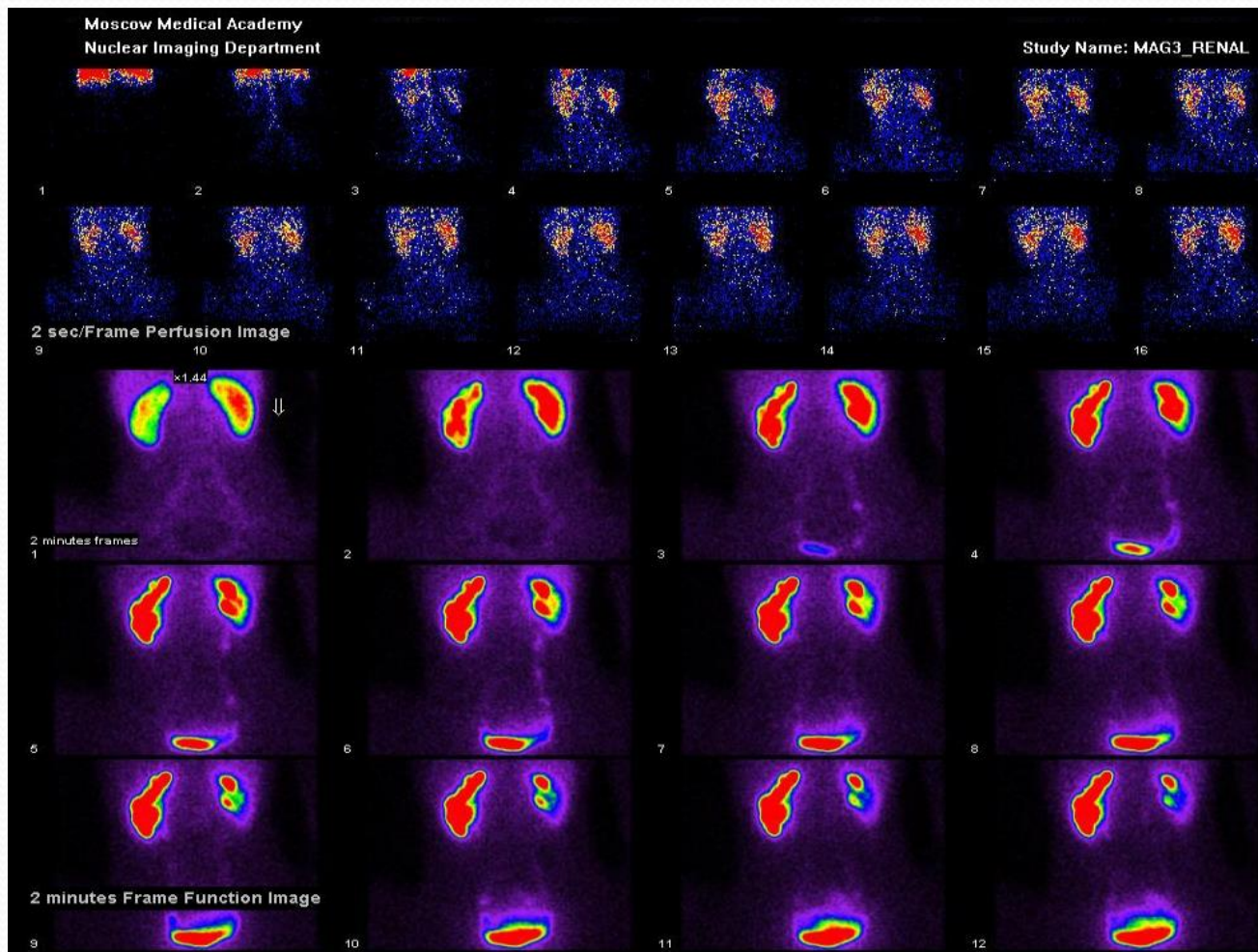
Сцинтиграфия щитовидной железы



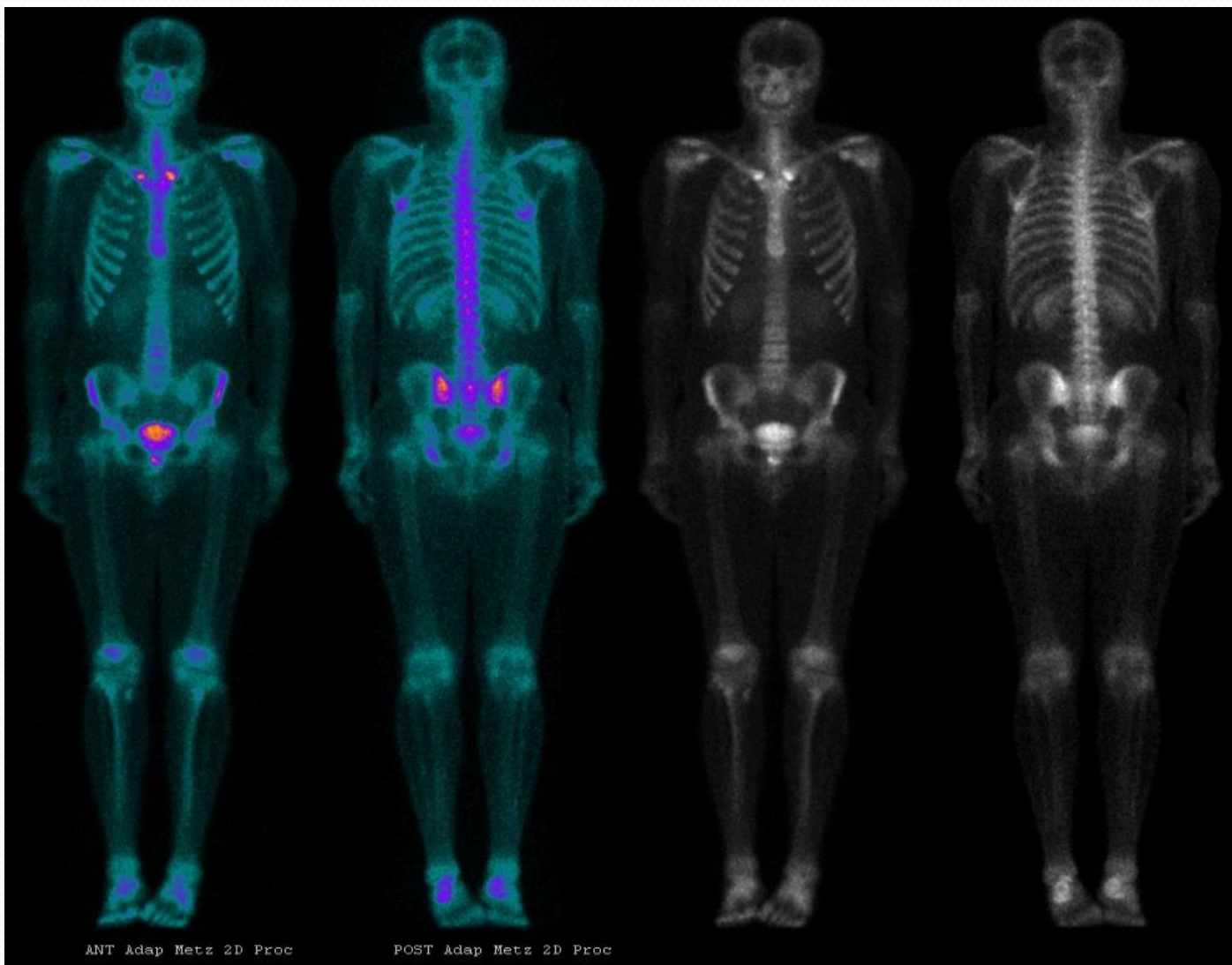
Перфузионная сцинтиграфия легких



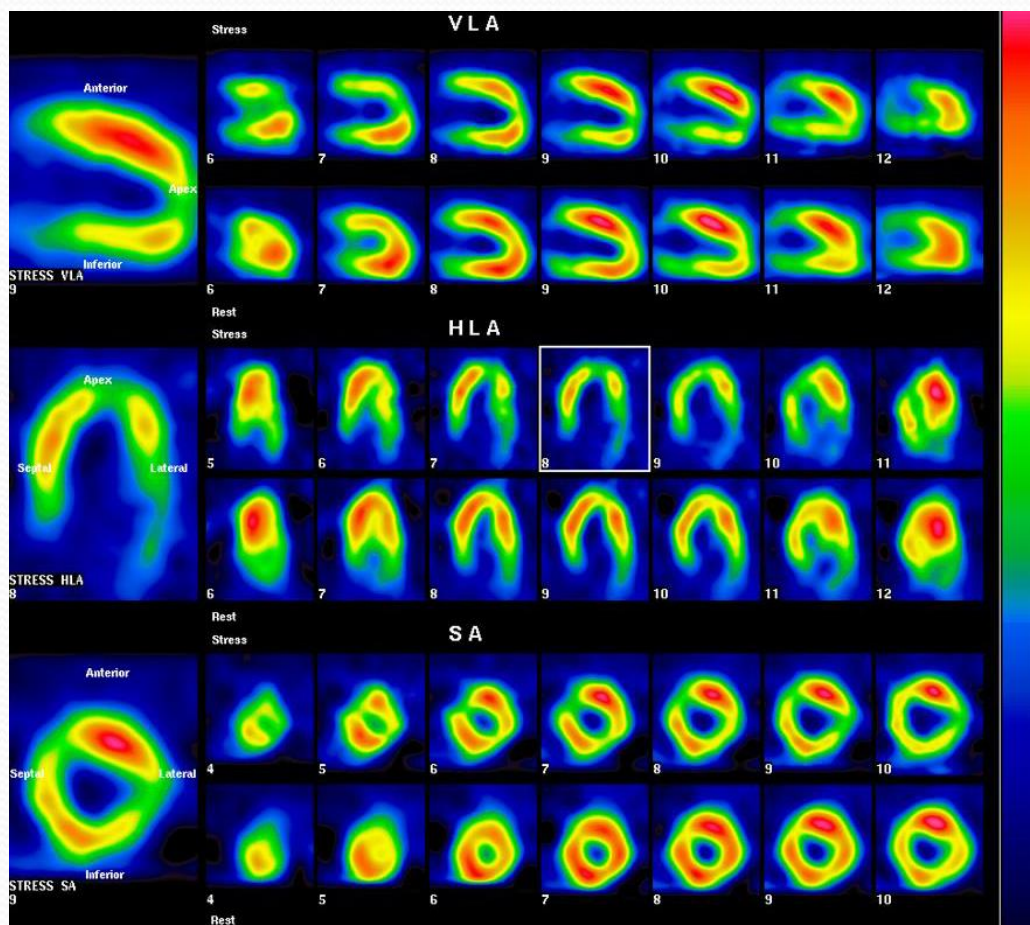
Динамическая нефросцинтиграфия



Статическая сцинтиграфия скелета



Перфузионная ОЭКТ миокарда



ПЭТ-центр Института сердечно-сосудистой хирургии им. Бакулева

Состав клинического ПЭТ-центра



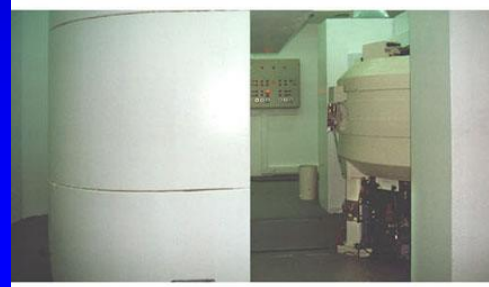
сканнер



радиохимия



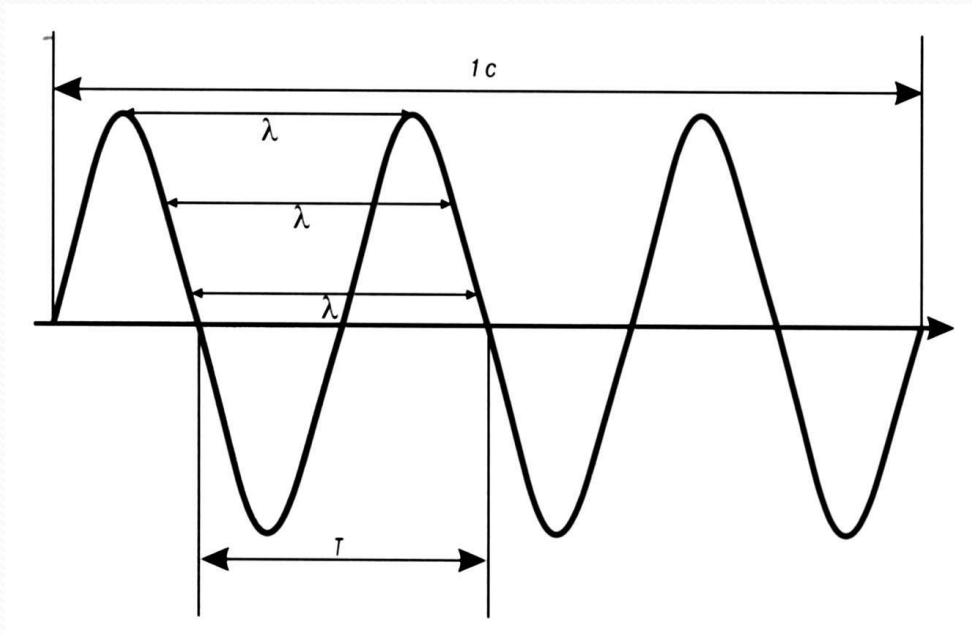
циклотрон



Ультразвуковое исследование

Метод лучевой диагностики, основанный на получении изображения внутренних органов с помощью ультразвуковых волн

Физические основы



- Ультразвуковая волна – это звуковые колебания, превышающие 20Кгц
- Звуковая волна по природе является волной сжатия/разряжения: молекулы сжимаются или растягиваются в направлении распространения волны.

Области применения

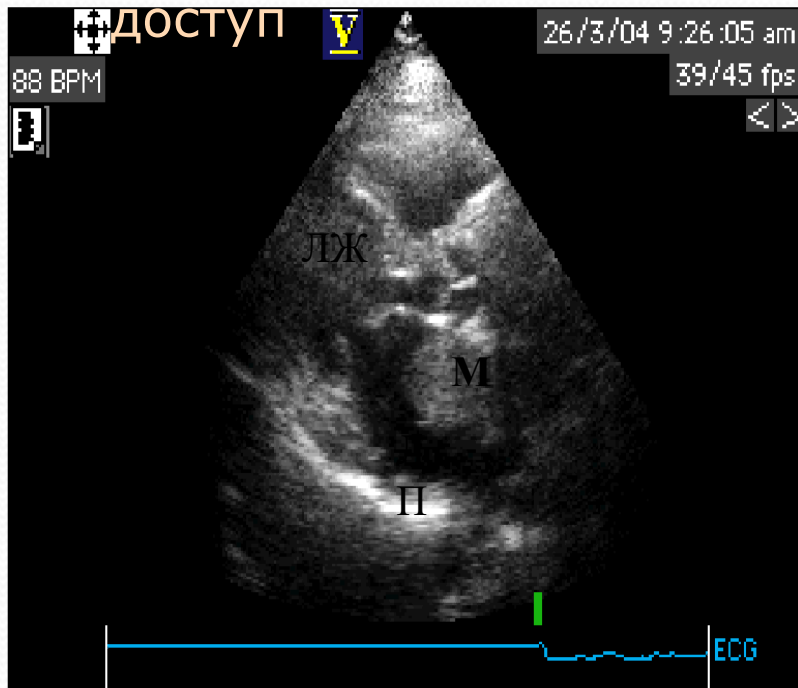
- Эхокардиография
- УЗИ печени, желчного пузыря, желчных путей, поджелудочной железы, селезенки
- УЗИ почек
- УЗИ щитовидной железы
- УЗИ молочных желез
- УЗДГ вен нижних конечностей
- УЗИ органов малого таза
- УЗИ плода
- ТРУЗИ предстательной железы
- УЗИ суставов
- УЗИ плевральной полости

Возможности метода

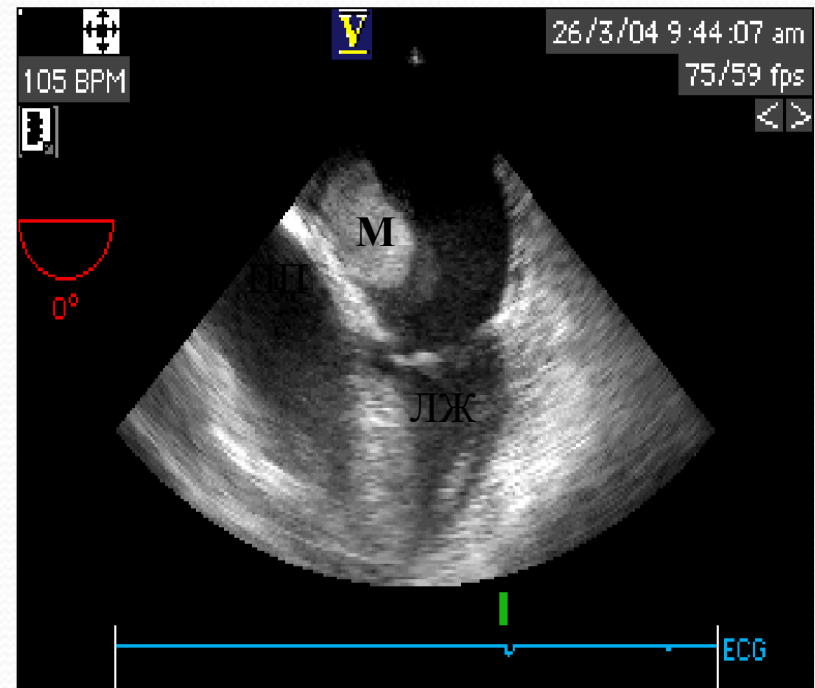
- Оценка формы, размеров, расположения органов
- Выявление очаговых образований (кисты, абсцессы, опухоли, гематомы, гемангиомы), диффузного изменения органов
- Оценка плотности и структуры органов

Эхокардиография

Трансторакальный



Чреспищеводный доступ



При чреспищеводном доступе более четко видны границы и структура опухоли, а также место прикрепления к межпредсердной перегородке

Печень



Однородная
мелкозернистая
эхоструктура
нормальной
печени.

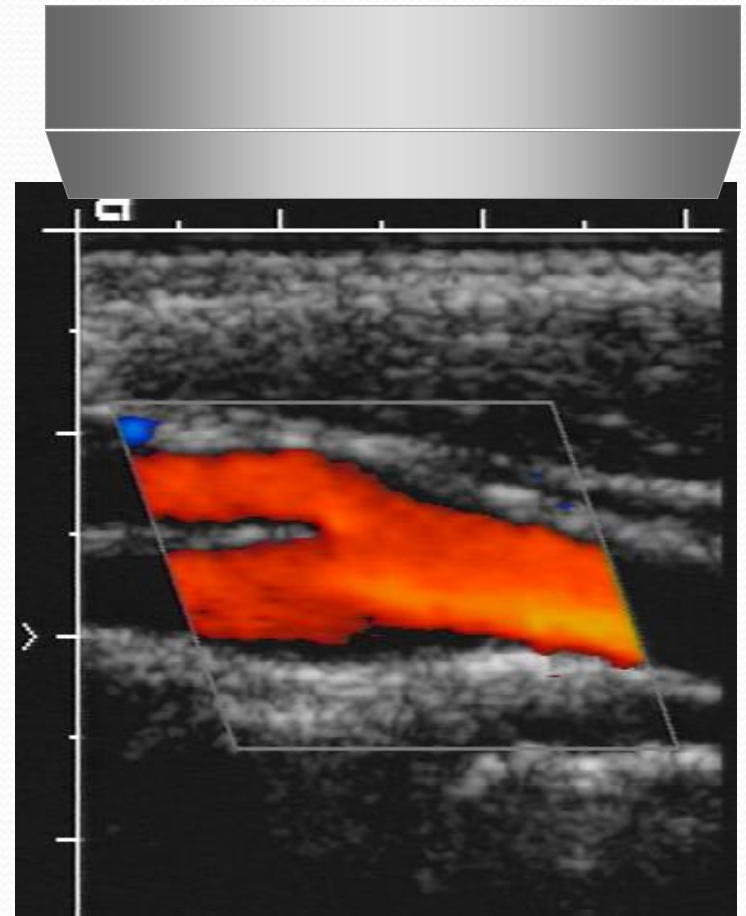
Эхогенность
печени чуть
выше коркового
слоя почки.

Цветовое доплеровское картирование



Потоки, направленные к датчику кодируются красным цветом

Потоки, направленные от датчика кодируются синим цветом

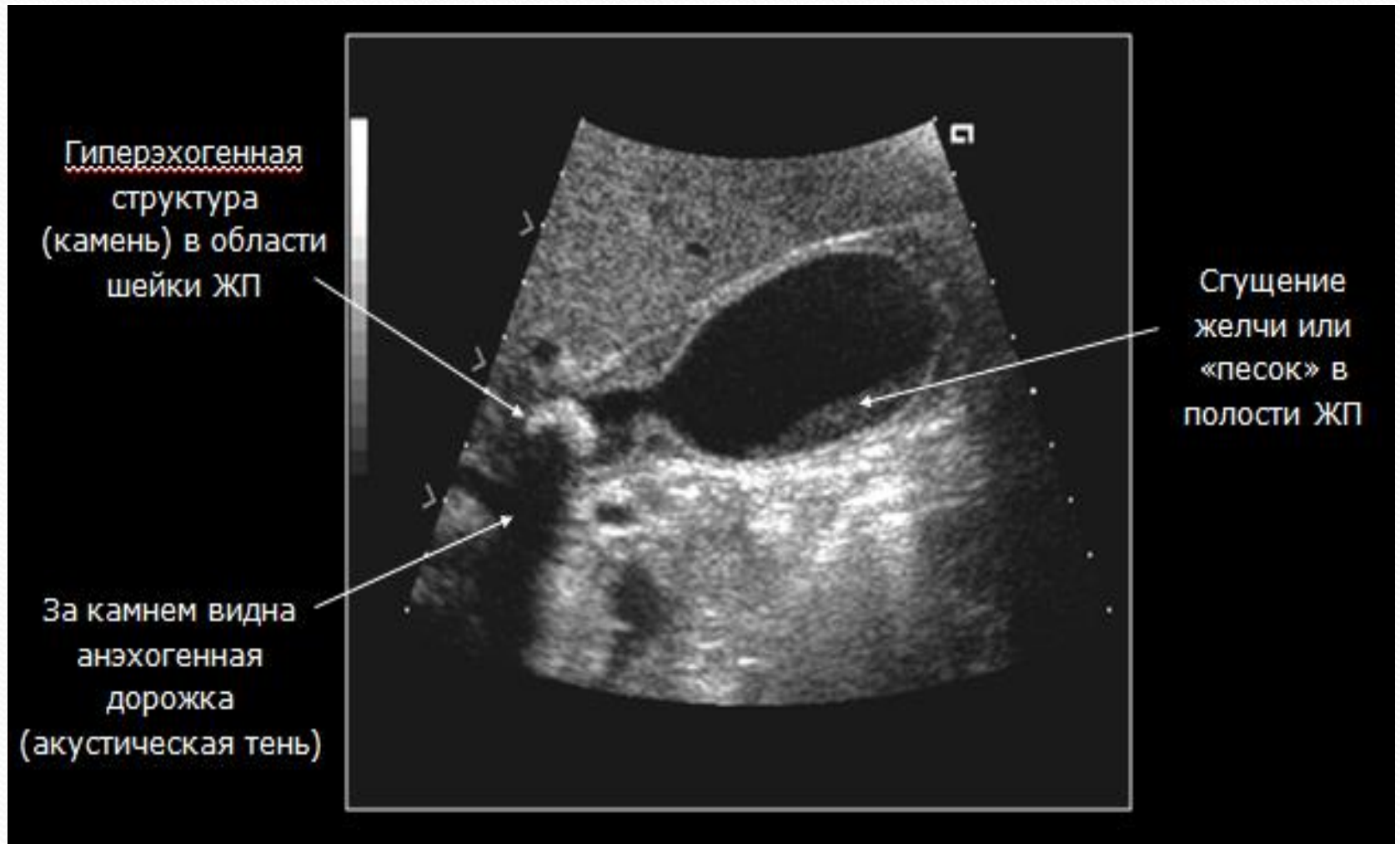


Цветовое дуплексное сканирование сосудов печени

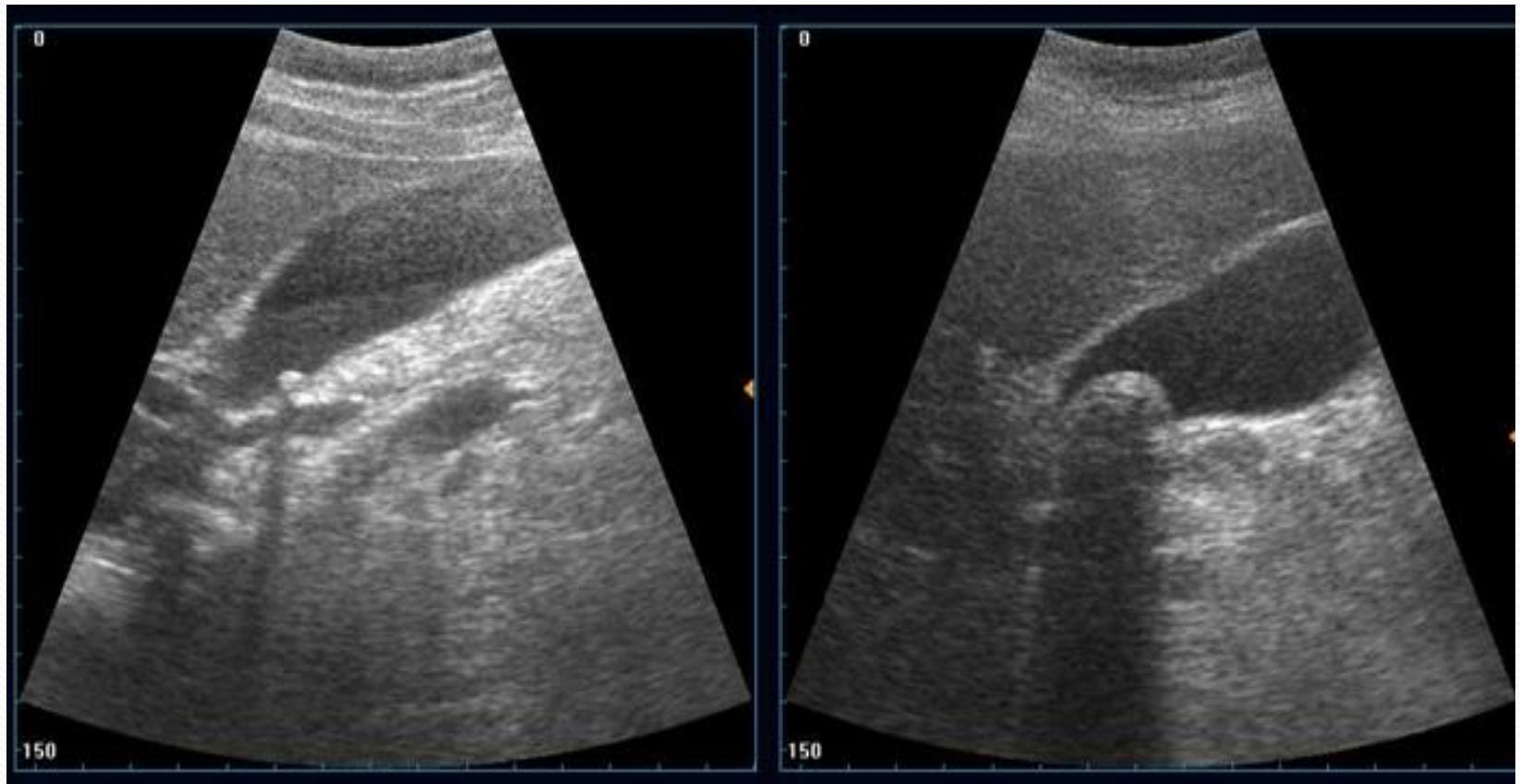


Кровоток в
печеночной
артерии и
воротной вене
направлен к
датчику
(кодирован
красным цветом)

Желчный пузырь



Конкременты желчного пузыря



Поджелудочная железа



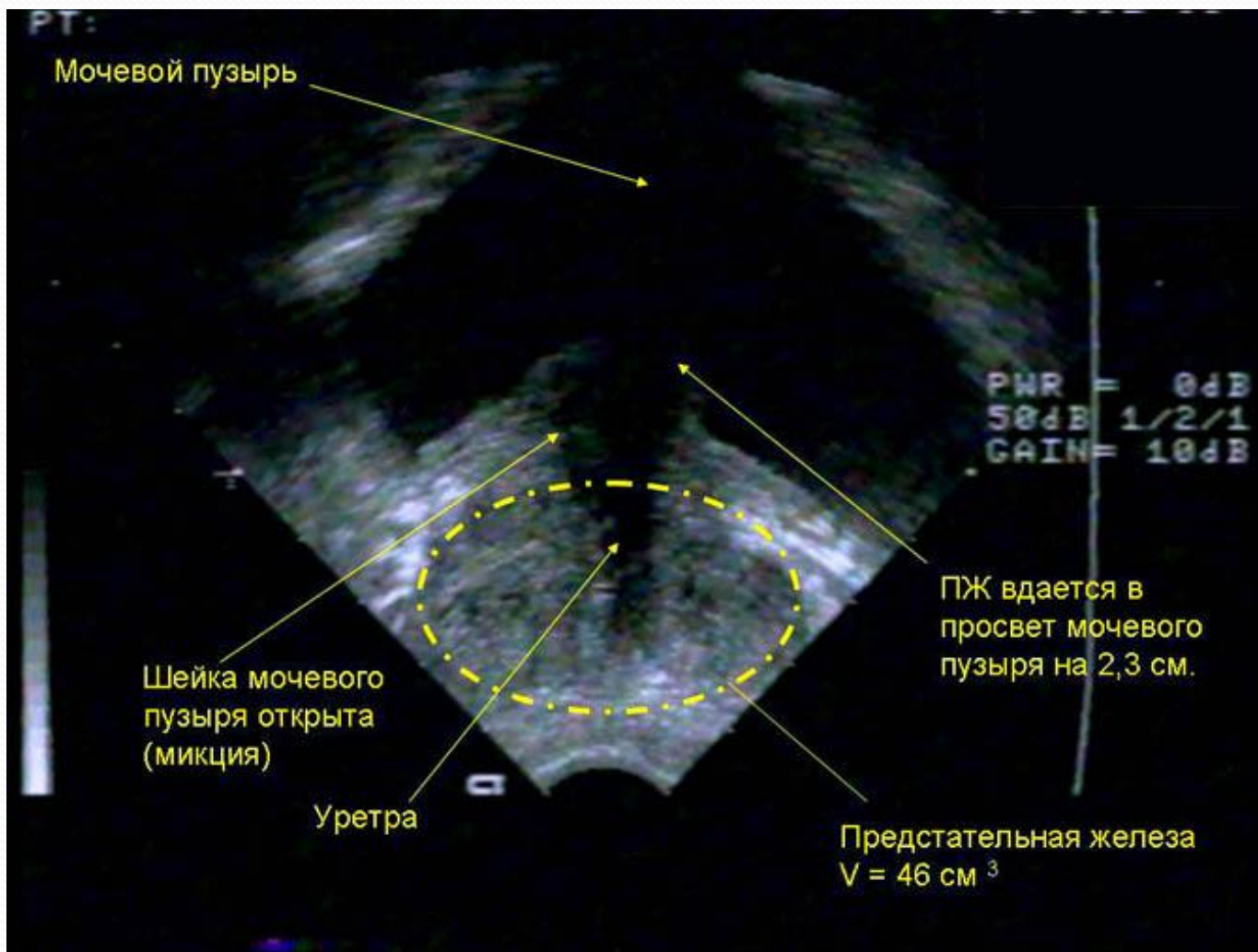
УЗИ щитовидной железы



Серошкальное
двухмерное
сканирование
ЩЖ линейным
датчиком 7,5 МГц

Паренхима ЩЖ
имеет
однородную
среднезернистую
эхоструктуру
средней
эхогенности.

ТРУЗИ



УЗИ слюнных желез



Сиалолитиаз

Интервенционная радиология

Область медицины, основанная на применении методов лучевой диагностики для выполнения малоинвазивных вмешательств с целью диагностики и лечения.

Ангиография

- Метод рентгенологического исследования, направленный на изучение сосудов и сердца с помощью введения в них контрастных веществ.
- Для ангиографии используют водорастворимые йодсодержащие контрастные вещества.

История мировой рентгенологии



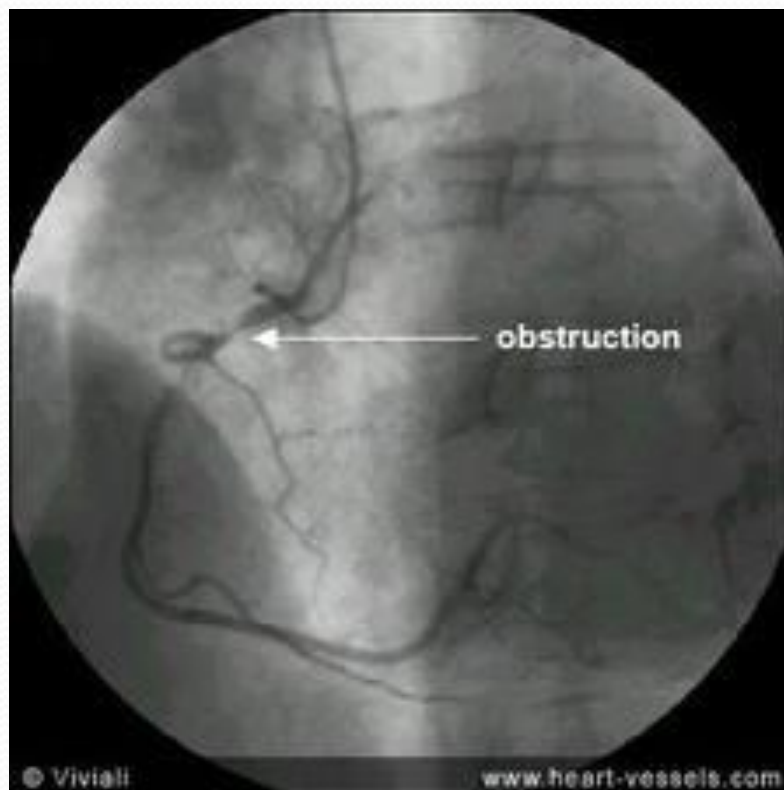
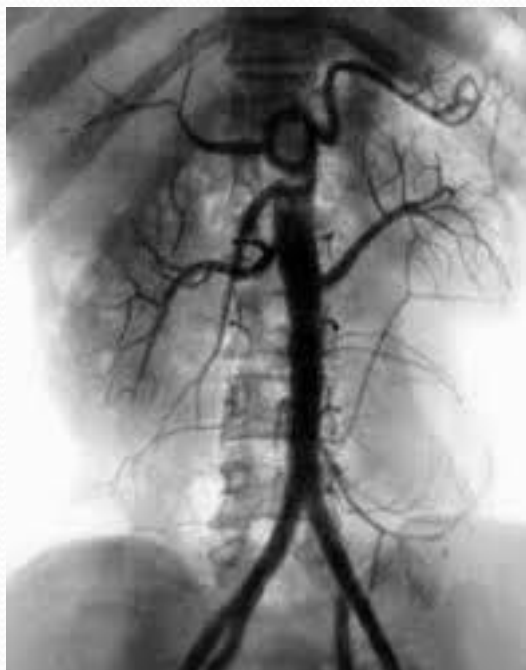
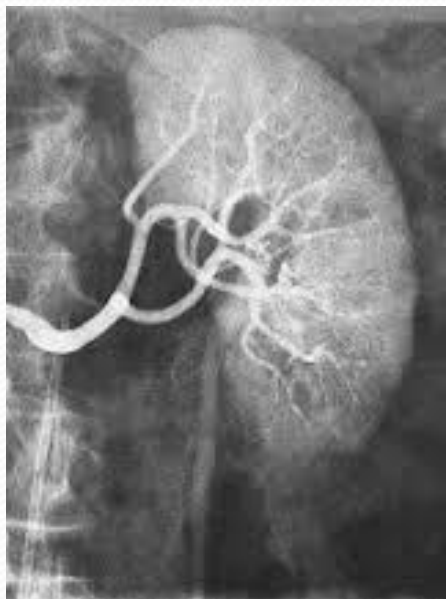
**Вернер Форсман
(1904–1979)**



Разработал способ катетеризации сердца. Испытал его на себе, проведя зонд через локтевую вену в правое предсердие.



Ангиография



Магнитно-резонансная томография

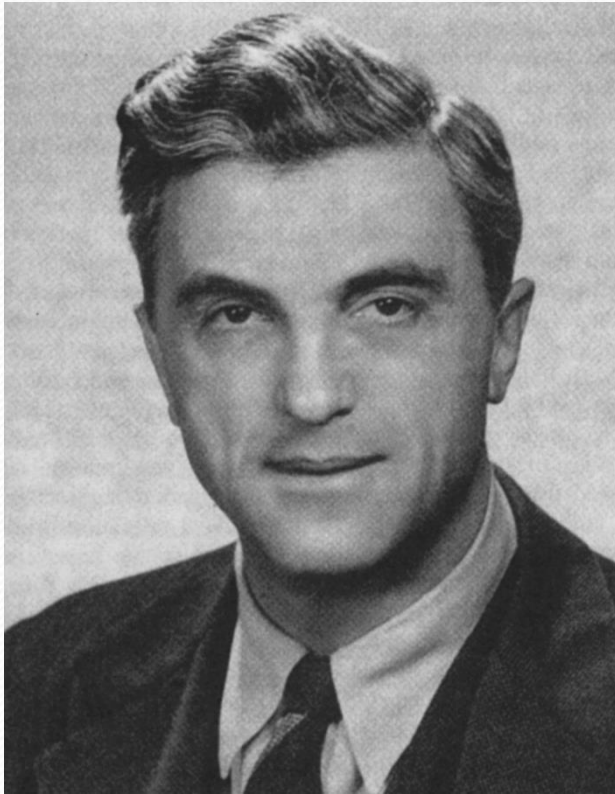
Физический принцип МРТ

- В основе МРТ лежит феномен ядерно-магнитного резонанса, открытый в 1946 году физиками Ф.Блохом и Э.Перселлом (Нобелевская премия по физике, 1952 г.).
- Суть феномена ядерно-магнитного резонанса состоит в способности ядер некоторых элементов [H,C,O,P], находясь под воздействием статического магнитного поля B_0 , принимать энергию радиочастотного импульса и переходить на более высокий энергетический уровень. При переходе на нижний энергетический уровень ядра выделяют полученную энергию – МР-сигнал.

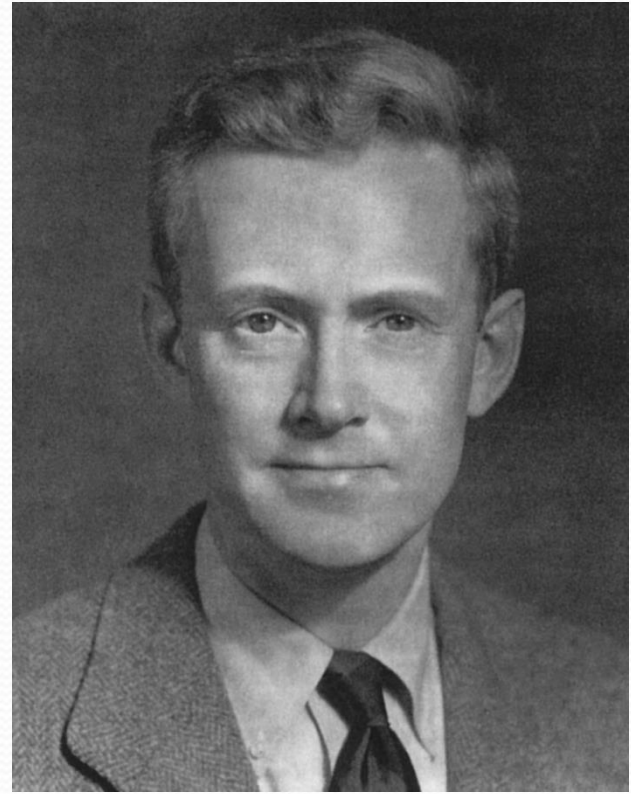
Физический принцип МРТ

- В 1973 г. американский ученый П.Лотербур предложил дополнить феномен ЯМР воздействием переменного магнитного поля для пространственной локализации сигнала. С помощью протокола реконструкции изображений, использовавшегося в то время при проведении компьютерной томографии, ему удалось получить первую МР-томограмму живого существа.
- Принцип МРТ позволяет получать сигнал от любых ядер в теле человека, но наибольшей клинической значимостью обладает **оценка распределения протонов, входящих в состав жидкости и жира** (что определяет высокую мягкотканную контрастность метода).

***Лауреаты Нобелевских премий за
открытие ЯМР***

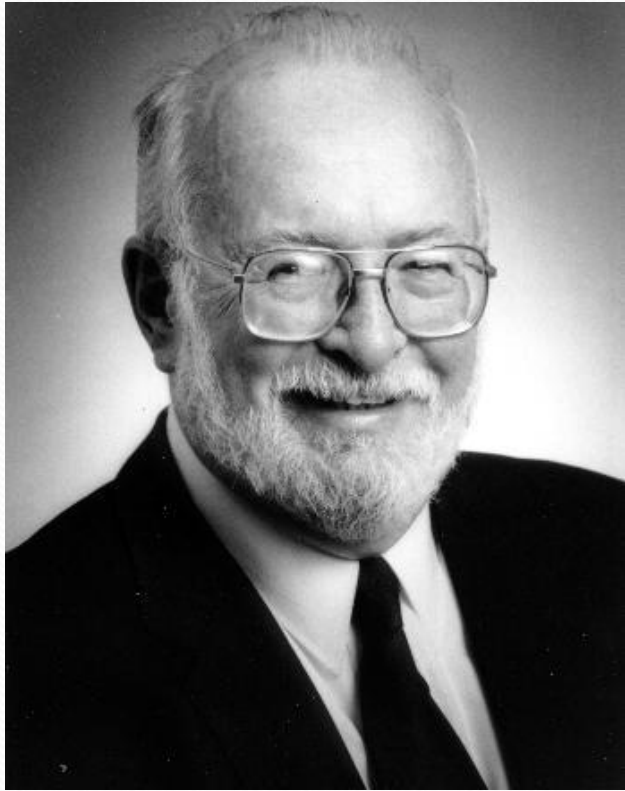


Феликс Блох



Эдвард Перселл

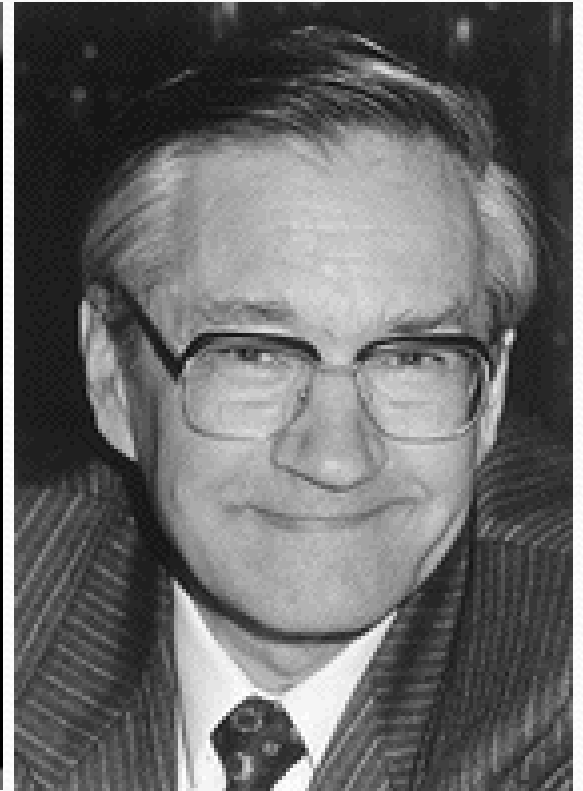
Лауреаты Нобелевских премий за разработку МРТ



Пол Лотербур



Сэр Питер Мэнсфилд



Ричард Эрнст

Компоненты МР-томографа

- Магнит – создает статическое однородное магнитное поле
- Градиентные катушки – слабое переменное магнитное поле
- Радиочастотные катушки – передают радиочастотный импульс и принимают МР сигнал
- Компьютер – управление томографом, получение и обработка МР сигнала, реконструкция МР изображений

Примеры МР-томографов



Достоинства метода

- Неинвазивность
- Отсутствие ионизирующего излучения
- Трехмерный характер получения изображений
- Высокий мягкотканый контраст
- Естественный контраст от движущейся крови
- Высокая диагностическая эффективность

Недостатки метода

- Высокая стоимость оборудования и его эксплуатации
- Невозможность надежного выявления камней, кальцификатов, патологии костей
- Артефакты (в т.ч. от металлических объектов)
- Длительное время получения изображений
- Ограничения при обследовании тяжелых больных

Абсолютные противопоказания

- Наличие у пациента искусственного водителя ритма (может перейти в асинхронный режим работы под воздействием градиентного магнитного поля)
- Внутричерепных ферромагнитных гемостатических клипс (при смещении может произойти повреждение сосуда и кровотечение)
- Периорбитальных ферромагнитных инородных тел (при смещении может произойти повреждение глазного яблока).
- Выраженная клаустрофобия

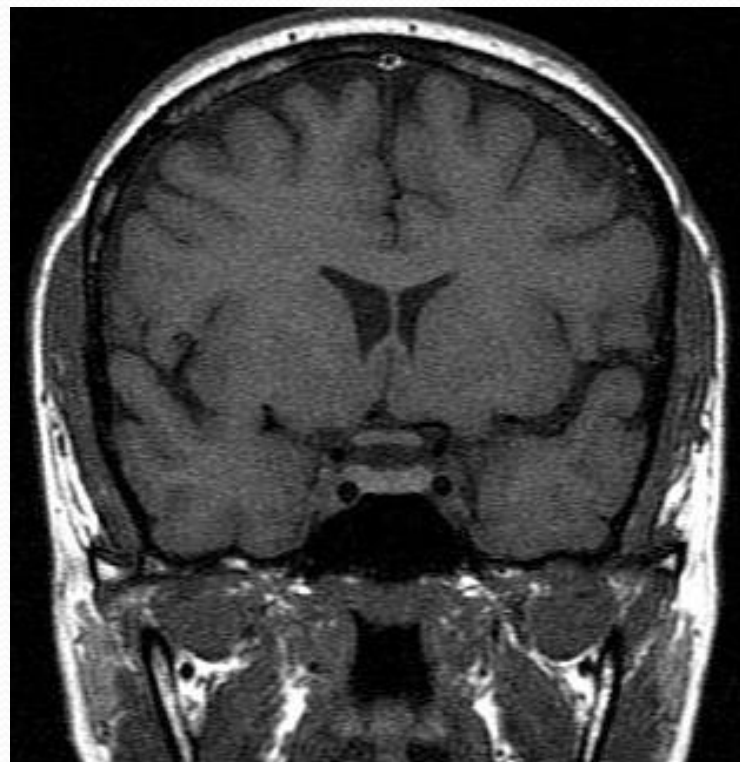
Относительные противопоказания

- Первый триместр беременности
- Застойная сердечная недостаточность.
- Большинство медицинских устройств является условно совместимыми с МРТ. Это значит, что обследование пациентов с установленными стентами, внутрисосудистыми катушками, фильтрами, протезами сердечных клапанов может проводиться при наличии клинических показаний по согласованию со специалистом по лучевой диагностике на основе информации компании-производителя о характеристиках металла, из которого изготовлено установленное устройство.

Контрастирование

- Внутривенное: используется гадолиний.
- В чистом виде данный металл обладает высокой токсичностью, однако в форме хелата становится практически безопасным. Побочные реакции возникают крайне редко (менее 1% случаев) и обычно имеют легкую степень выраженности (тошнота, головная боль, жжение в месте инъекции, парестезии, головокружение, сыпь).
- Введение МР-контрастных препаратов при беременности не рекомендуется, т.к. неизвестна скорость клиренса из амниотической жидкости

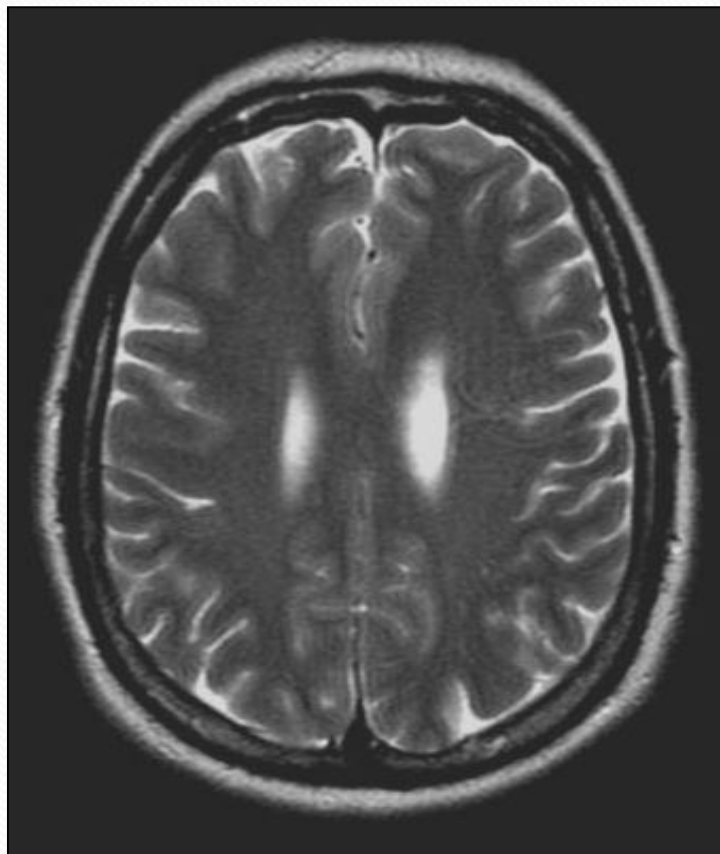
Головной мозг



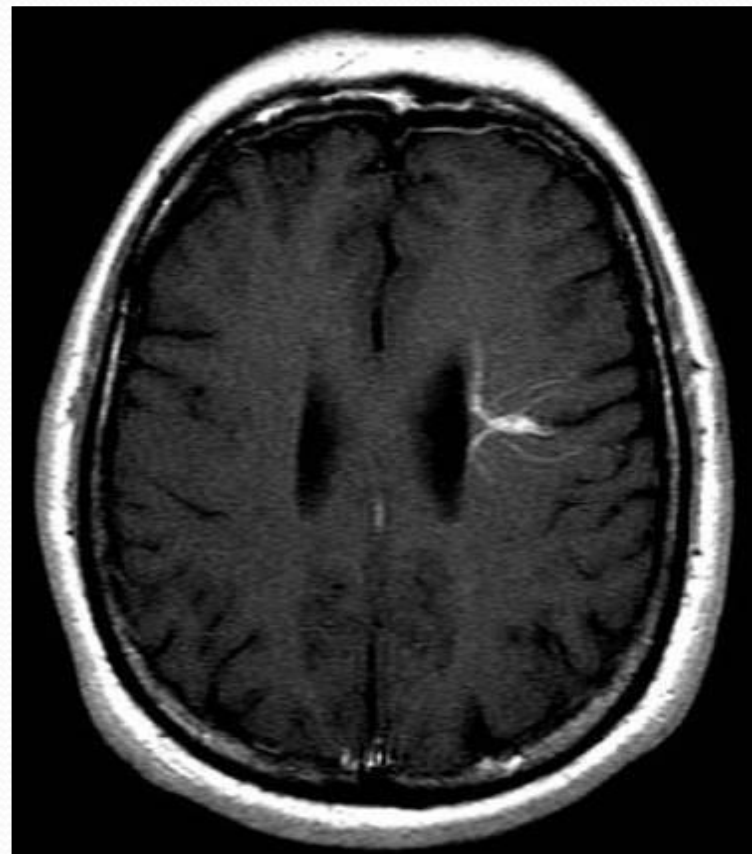
Головной мозг



Внутривенное контрастирование



Т2-взвешенная томограмма



Т1-взвешенная томограмма
после введения Gd

MPT в травматологии и ортопедии

- Визуализация мягко-тканых структур (внутрисуставных связок, менисков, синовиальных складок)
- Патологические процессы, связанные с увеличением содержания жидкости (отек, инфильтрация, разрывы)
- Использование импульсных последовательностей с подавлением сигнала от жира позволяет выявлять зоны контузии (посттравматического отека) в губчатой кости.
- Выявление инфильтрации и деструкции костной ткани, замещение костного мозга задолго до появления рентгенологических (в т.ч. КТ) признаков.

МРТ коленного сустава



МРТ шейного отдела позвоночника



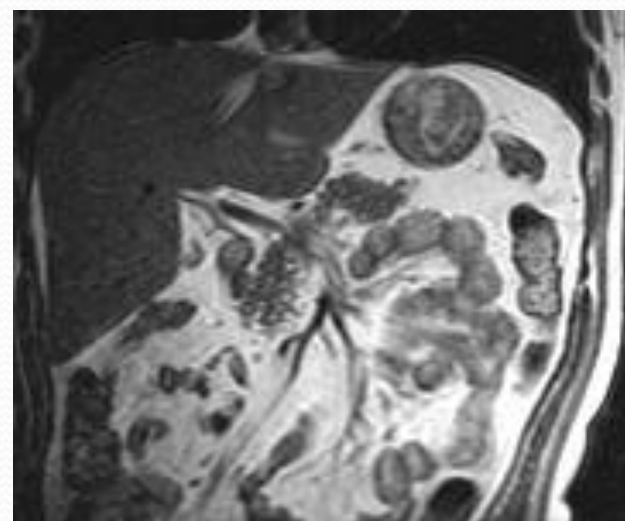
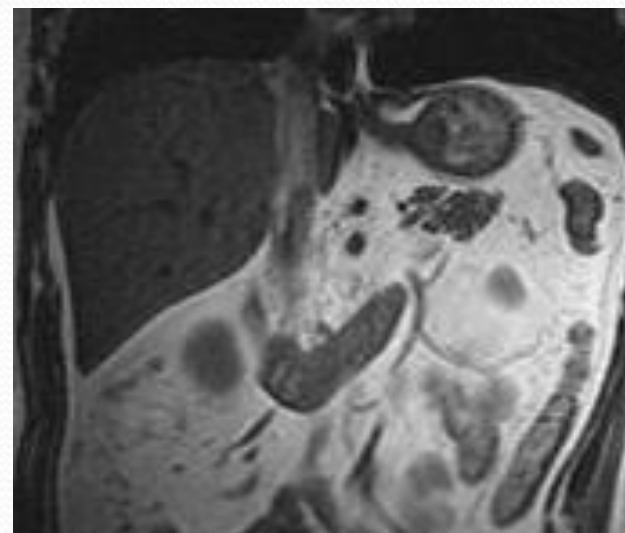
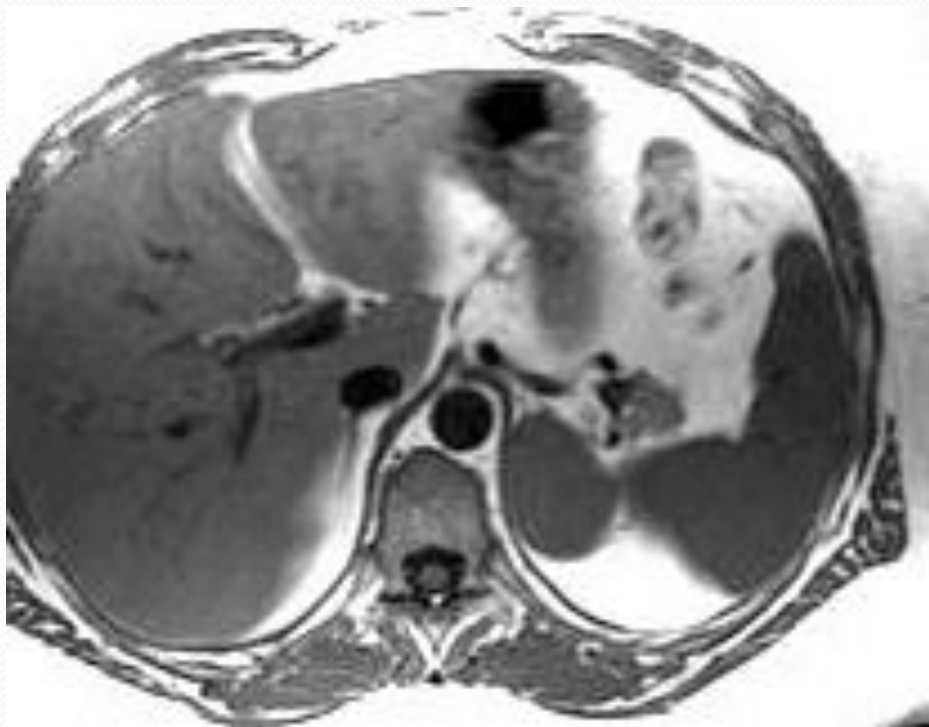
MPT кисти



MPT органов брюшной полости

- Метод выбора для дифференциальной диагностики образований паренхиматозных органов брюшной полости и забрюшинного пространства при невозможности выполнения КТ с внутривенным введением йодсодержащих контрастных препаратов.
- Наиболее информативный метод при метастатическом поражении печени, гемангиомах, ГЦК, аденомах печени, фокальной жировой инфильтрации, образованиях надпочечников

МРТ органов брюшной полости

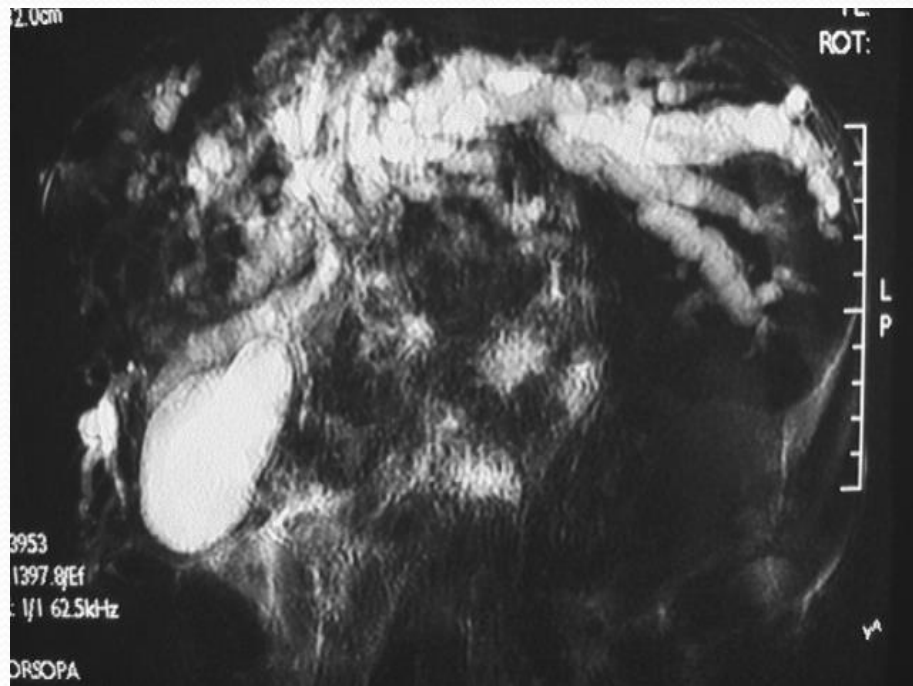
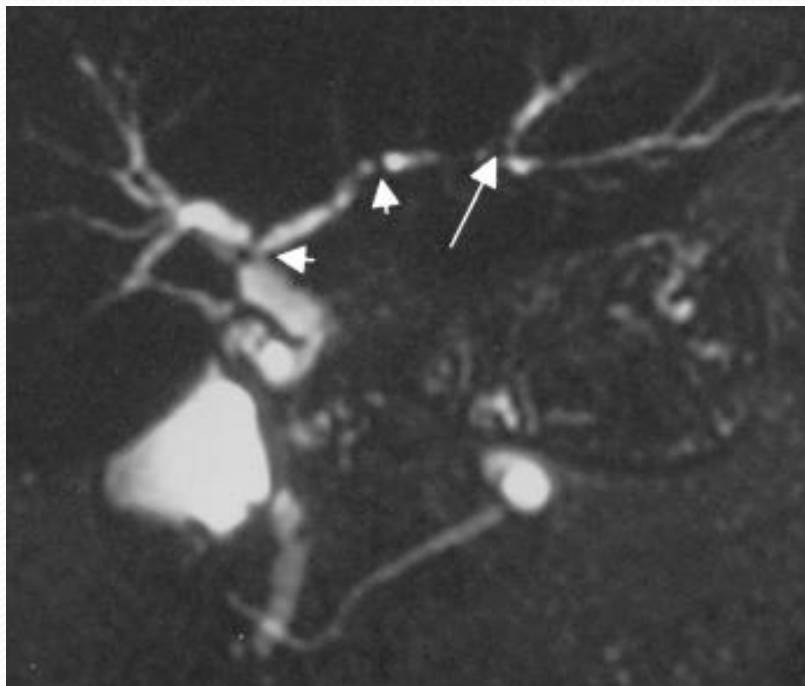


MRT билиарного тракта

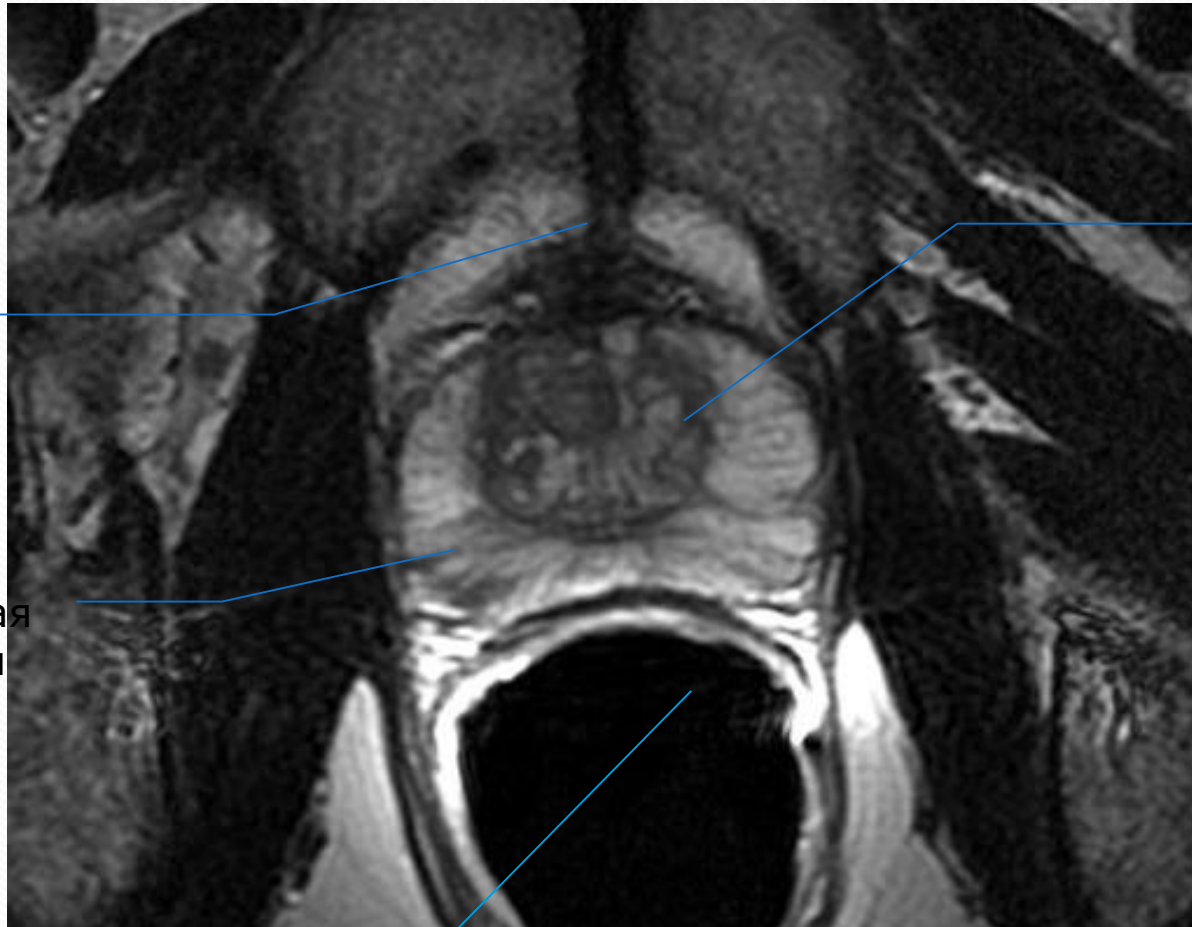


MR-холангиография

Первичный склерозирующий холангит



MPT простаты



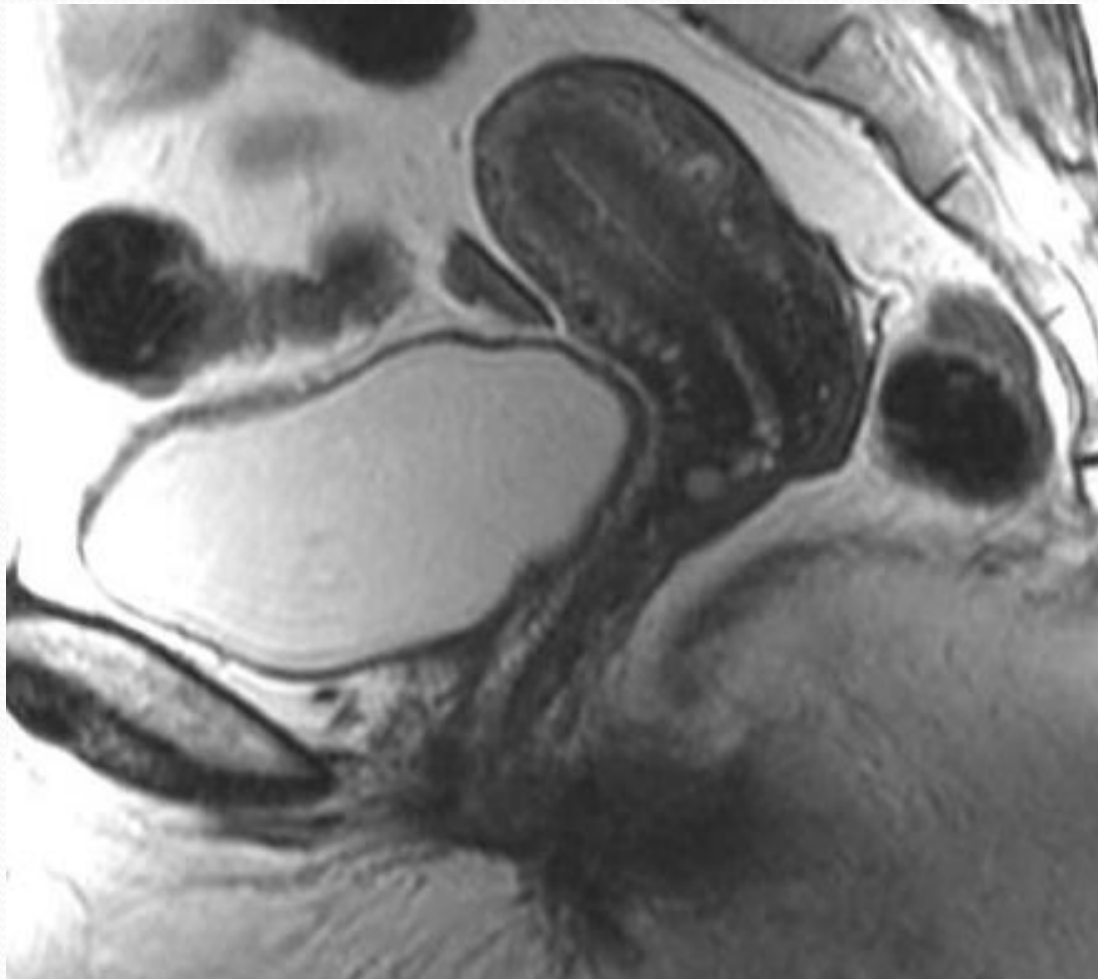
Лобковый
симфиз

Центральная
зона
простаты

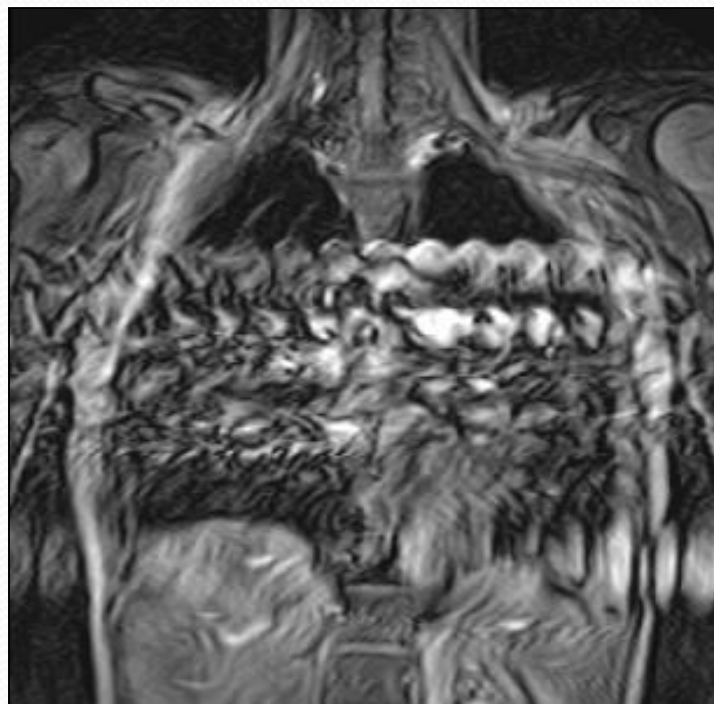
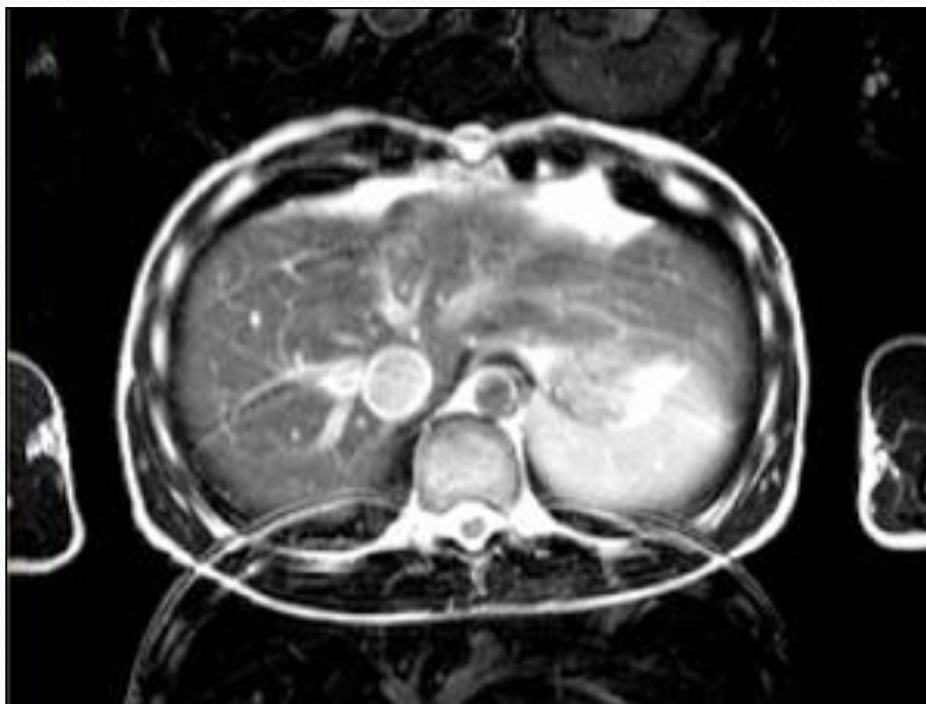
Периферическая
зона простаты

Прямая кишка (заполнена
эндоректальным датчиком)

MPT органов малого таза



Артефакты от движения



Благодарю за внимание!

ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ

Основы ультразвуковой диагностики

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА -
визуализация внутренних органов и
структур при помощи ультразвуковых
ВОЛН

Основы ультразвуковой диагностики

Преимущества метода

- ◎ высокая информативность
- ◎ безвредность
- ◎ быстрота выполнения
- ◎ возможность обследования в режиме реального времени
- ◎ возможность многократного повторения без вреда для здоровья
- ◎ мобильность и доступность

Основы ультразвуковой диагностики

- 1794 - итальянский физик и натуралист L.Spallanzani обратил внимание, что летучие мыши теряют ориентацию в пространстве при закрытых ушах

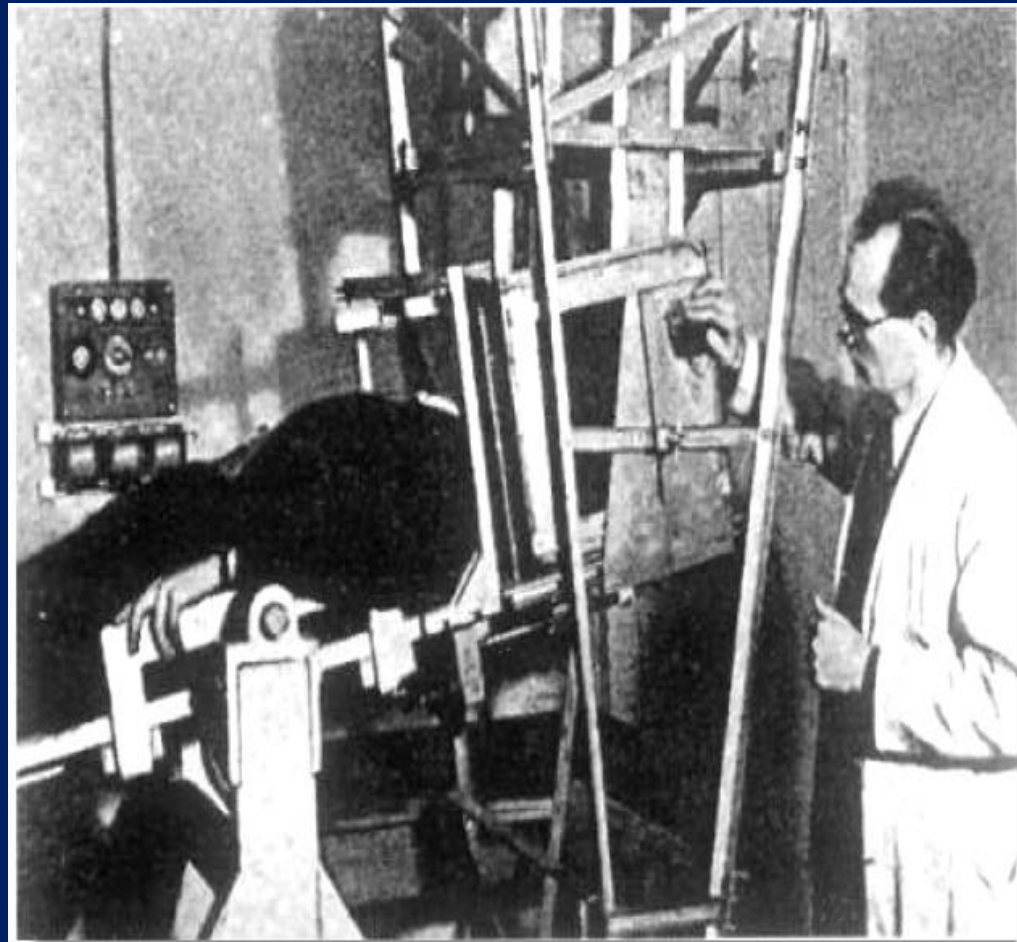


Основы ультразвуковой диагностики

1880 - братья Curie P.
Curie J.

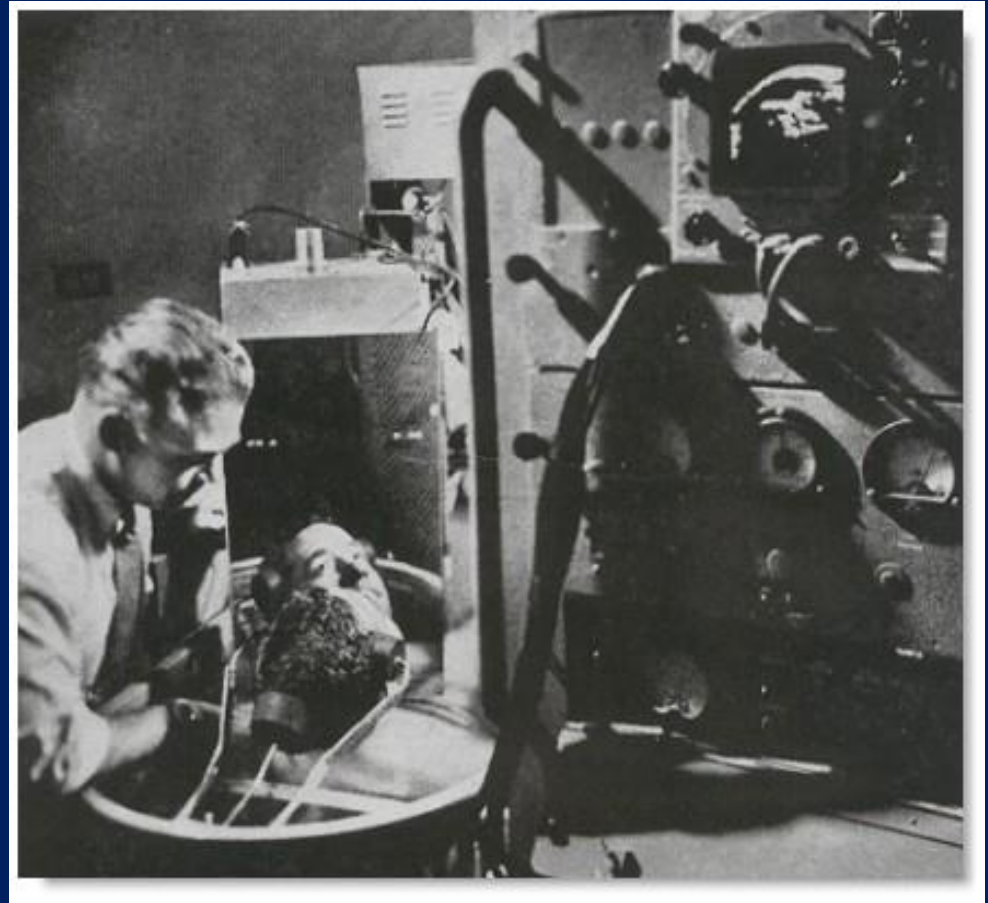
- открытие явления
пьезоэффекта

◎ 1947 – K.T.Dussik –
метод
гиперфонографии



История ультразвуковой диагностики

1951 D.Howry (США)
первый
ультразвуковой
сканер в виде
полукруглой
кюветы с окном
для пациента -
сомаскоп

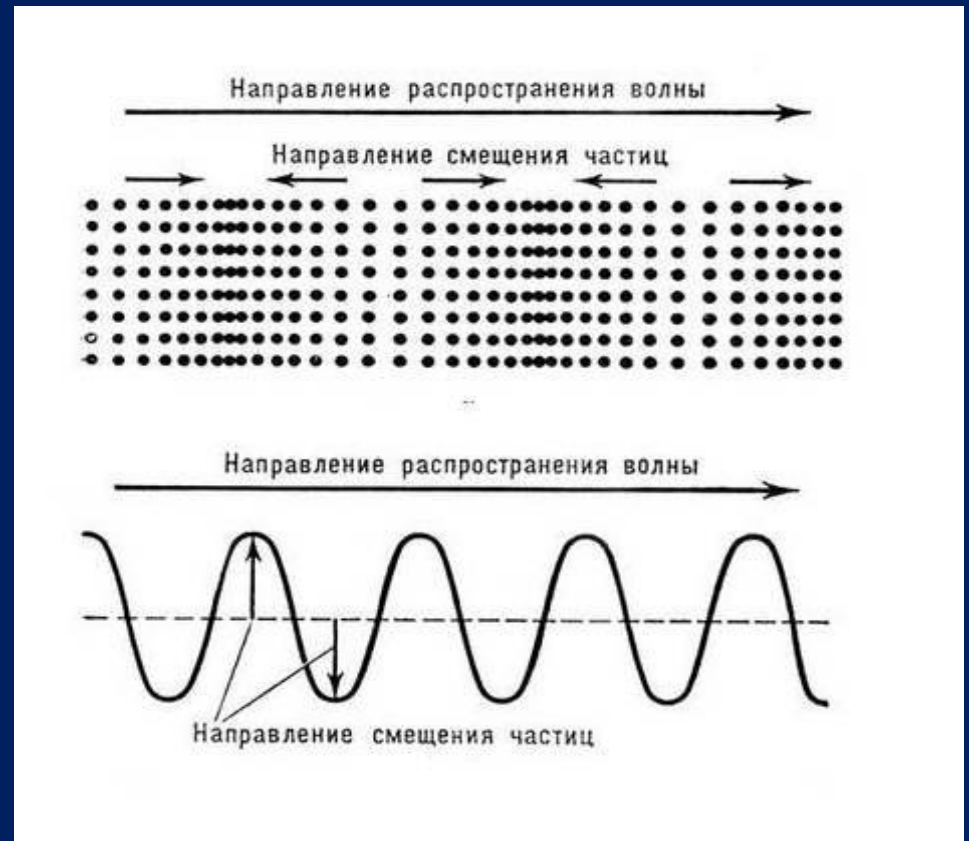


История ультразвуковой диагностики

- ◎ 1952 - основание American Institute of Ultrasound in Medicine
- ◎ 1963 - первый контактный сканер, управляемый рукой
- ◎ 1966 - Всемирный конгресс в Вене

Физические основы

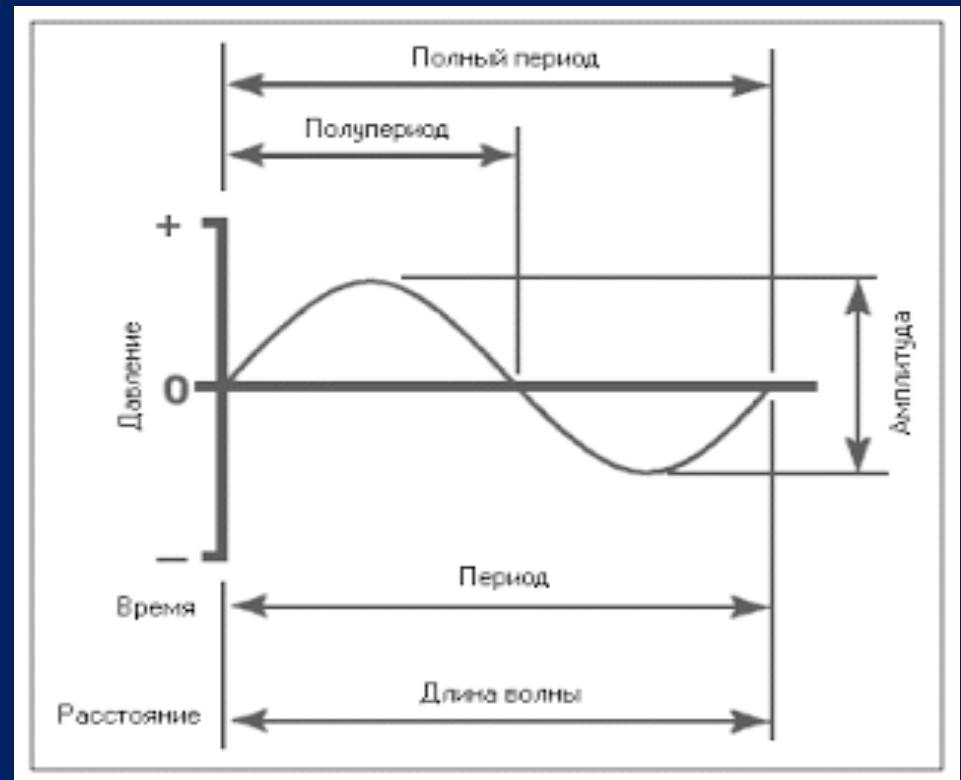
- Звуковые колебания представляют собой механические колебания частиц упругой среды в направлении распространения продольной волны.
- Для распространения звуковой волны в отличие от электромагнитной волны (свет, радиация) необходима упругая среда (твердая, жидкая, газообразная).



Физические основы

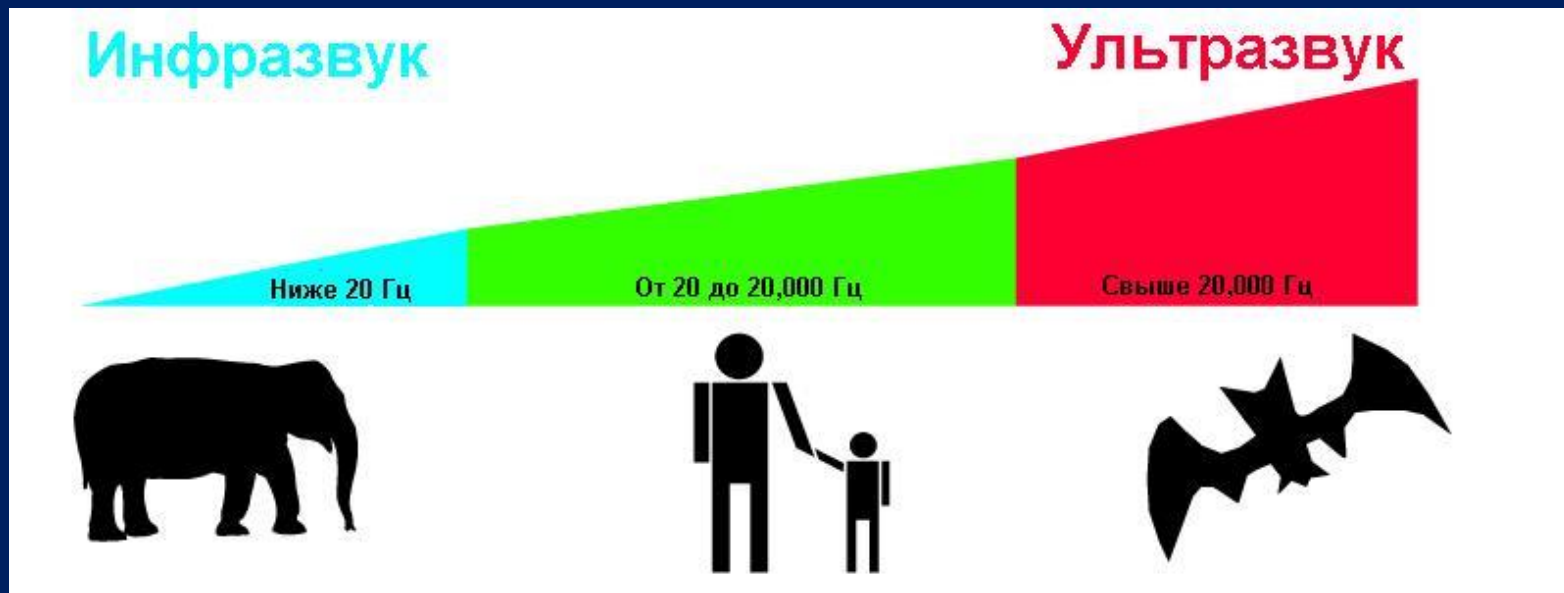
Параметры звуковой волны

- Частота- число полных колебаний за 1 секунду
- Интенсивность – отношение мощности к площади
- Амплитуда - максимальное отклонение от среднего значения
- Скорость распространения
- Длина волны



Физические основы

- Звуковой спектр по частотным характеристикам можно разделить на три сегмента



Ультразвук - это звуковая волна с частотой свыше 20000 Гц

- Диапазон диагностического медицинского изображения колеблется от 1 до 15 МГц

Физические основы

- ◎ **Скорость распространения звуковой волны** – расстояние, пройденное волной за 1 с

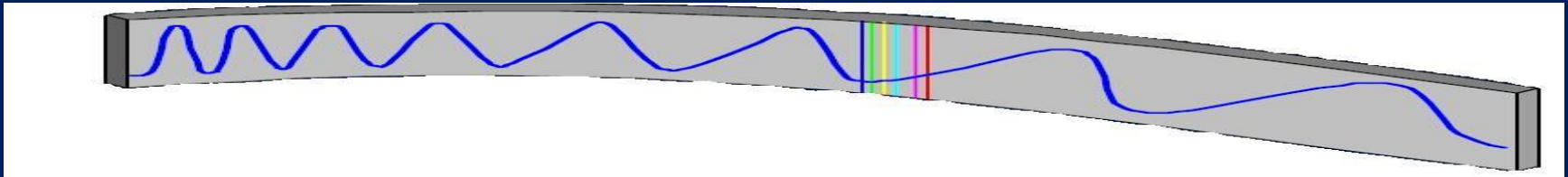
Кость
4080 м/с



Ткань
1540 м/с



Воздух
330 м/с



- скорость зависит от плотности, однородности и температуры
- чем ближе молекулы вещества (больше плотность), тем выше скорость
- средняя скорость распространения УЗ в мягких тканях равна 1540 м/сек

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Скорость УЗ волн в различных средах и акустические сопротивления сред

Среда	Скорость звука м/с	Плотность относительно воды, ρ/ρ	Акустическое сопротивление, Z
Воздух	343	1,2x10	0,3x10
Дист. Вода	1480	1,0	1,0
Легкие	400-1200	-	-
Жировая ткань	1350-1470	0,95	0,86-0,94
Кровь	1540-1600	1,06	1,09
Мышечная ткань	1560-1620	1,07	1,13 -1,18
Костная ткань	2500-4300	1,2-1,8	2,2-5,0

Физические основы

- **Длина волны** – расстояние, которое проходит звуковая волна за 1 колебание

$$V = \lambda * f$$

- Чем меньше длина волны, тем выше разрешающая способность
- Для визуализации мелких объектов надо уменьшить длину волны
- Уменьшить длину волны удобно увеличив частоту ультразвукового излучения

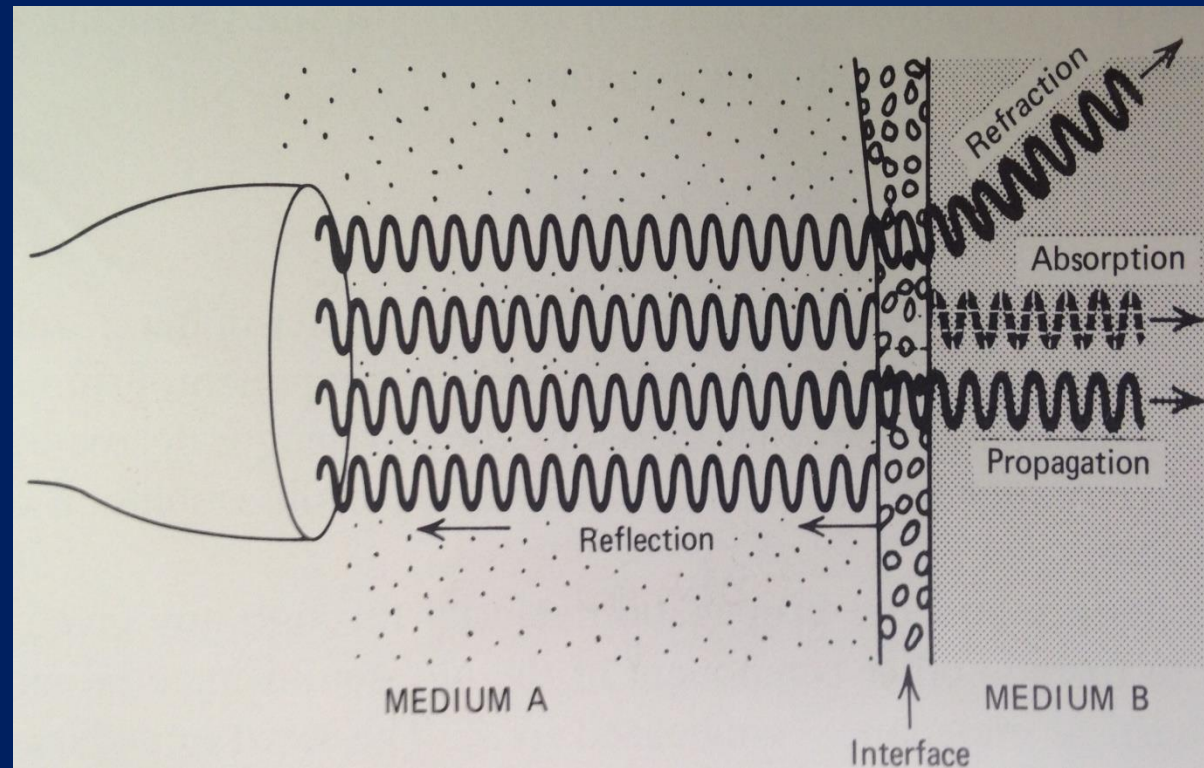
Физические основы

- ◎ Выше частота – лучше визуализация поверхностных структур
- ◎ Ниже частота – лучше визуализация глубоких структур

Физические основы

При прохождении УЗ-волны через ткани на границе двух сред с разными акустическими плотностями возникают следующие явления

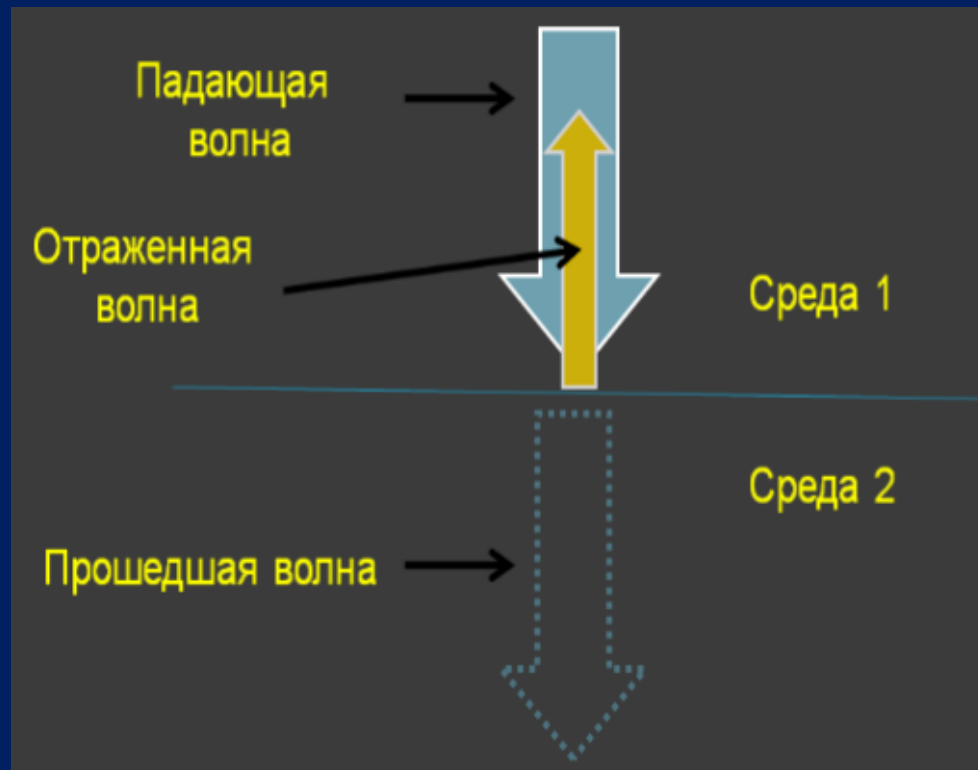
- отражение
- преломление
- рассеивание
- пенетрация
- поглощение



Физические основы

Отражение и преломление ультразвука на границе сред

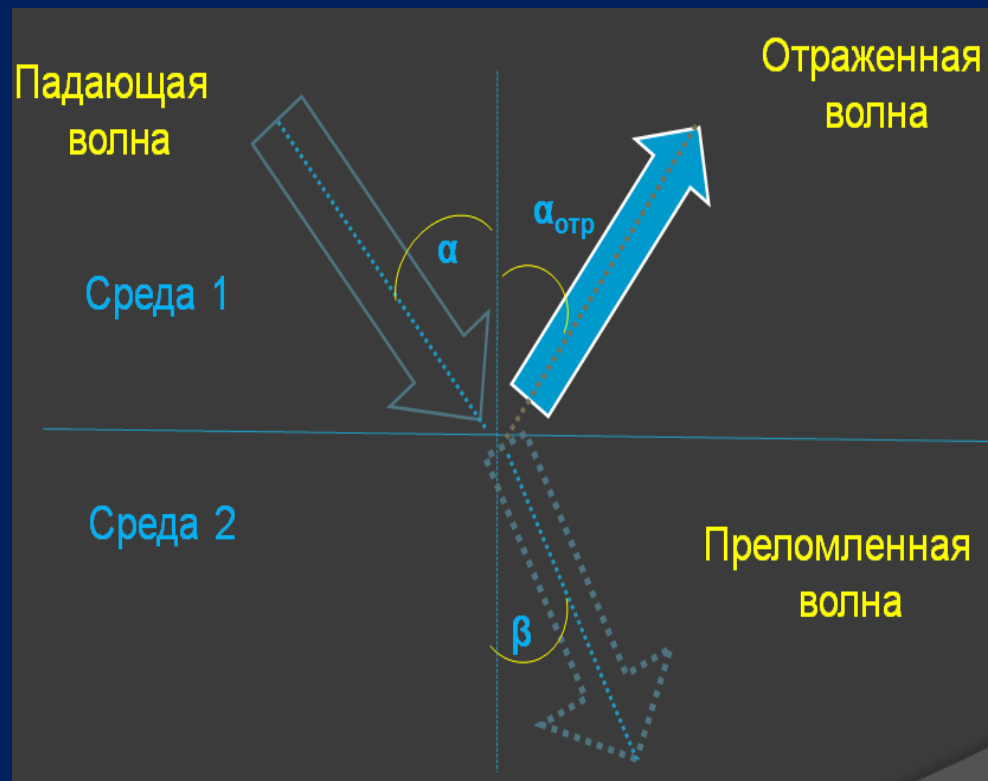
- Отражение УЗ-волны возникает при разности акустической плотности на границе раздела сред не менее 1%
- Степень отражения зависит от угла падения



Физические основы

Отражение и преломление ультразвука на границе сред

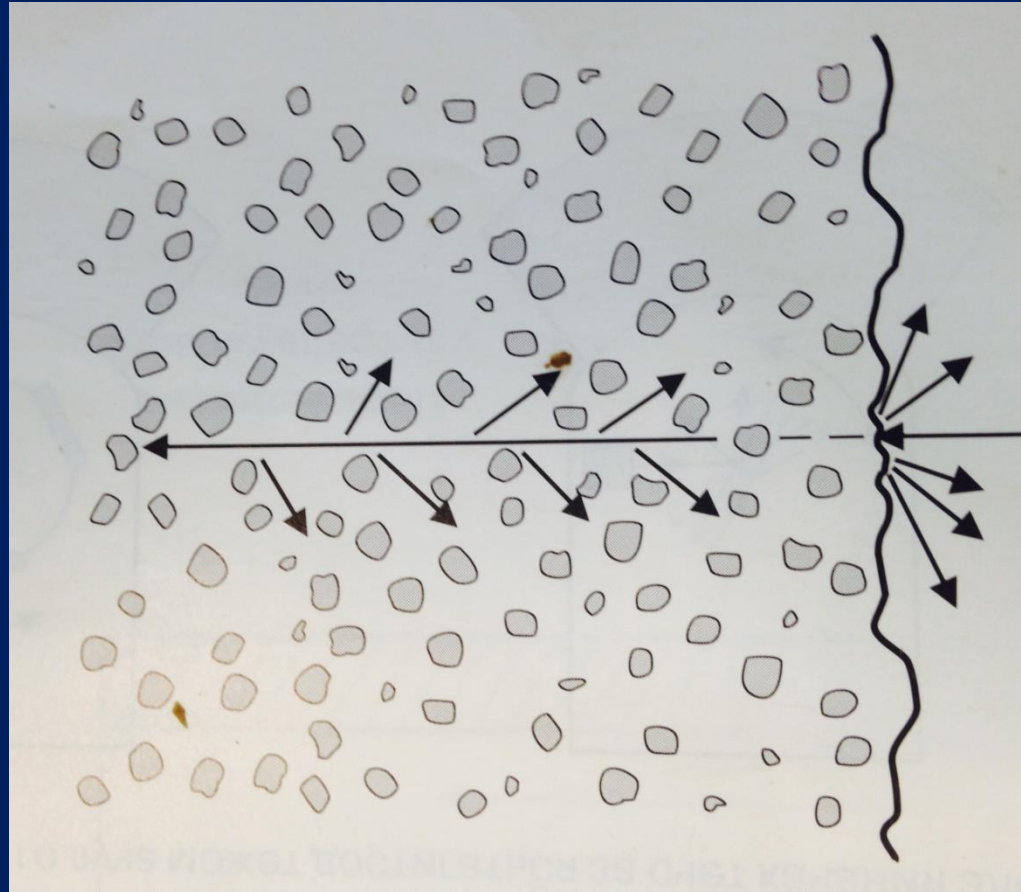
- Преломление - изменение направления распространения луча при пересечении границы сред с различными скоростями проведения ультразвука
- Чем значительнее различие в акустическом сопротивлении, тем большая часть энергии отражается и тем больше угол преломления.



Физические основы

Виды отражения

- Зеркальное — когда угол падения равен углу отражения
- Диффузное — когда звуковая волна отражается во всех направлениях
- Рассеивание — когда длина волны сопоставима с неровностями отражающей поверхности или имеется неоднородность среды



Физические основы

Затухание УЗ-волны – снижение амплитуды и интенсивности УЗ-сигнала при прохождении через ткани

Затухание происходит в результате:

- отражения
- рассеивания
- поглощения (перехода части звуковой энергии в тепло при прохождении через ткани за счет трения между частицами среды)

Затухание зависит от:

- плотности ткани (больше всего в костях)
- частоты (чем выше частота, тем больше выражено затухание)

Физические основы

Биологическое действие ультразвука

- Нагрев тканей
- Кавитация – образование в жидкости пульсирующих пузырьков, заполненных газом, паром или их смесью

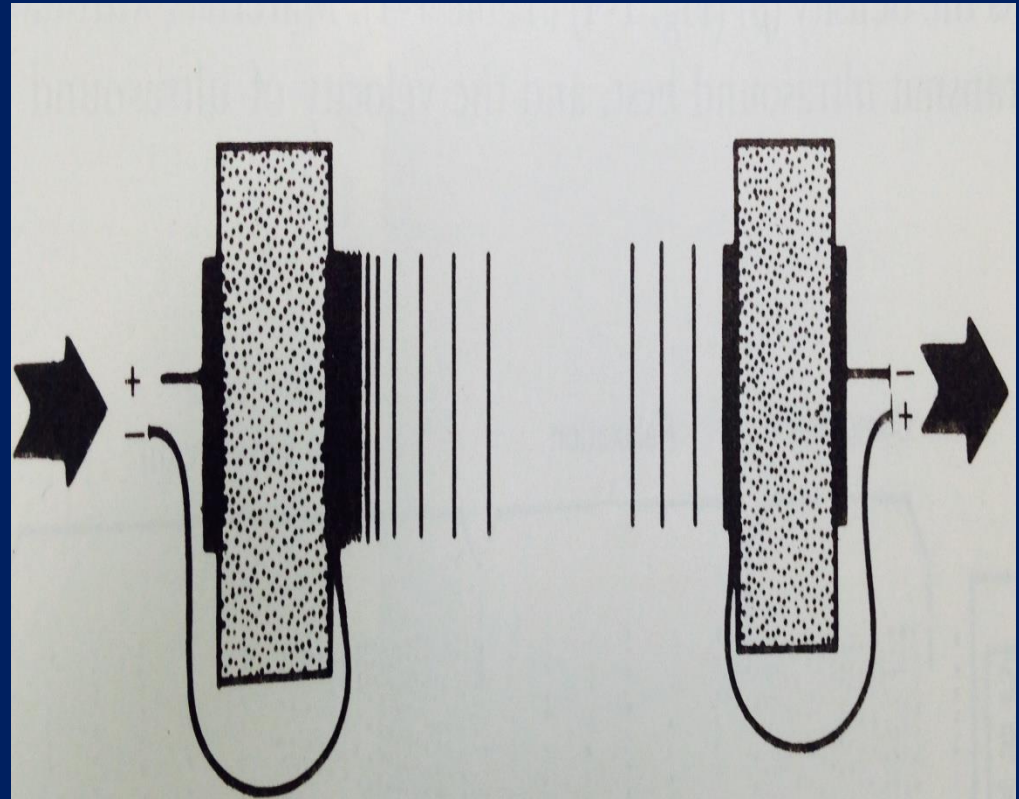
Физические основы

Прямой

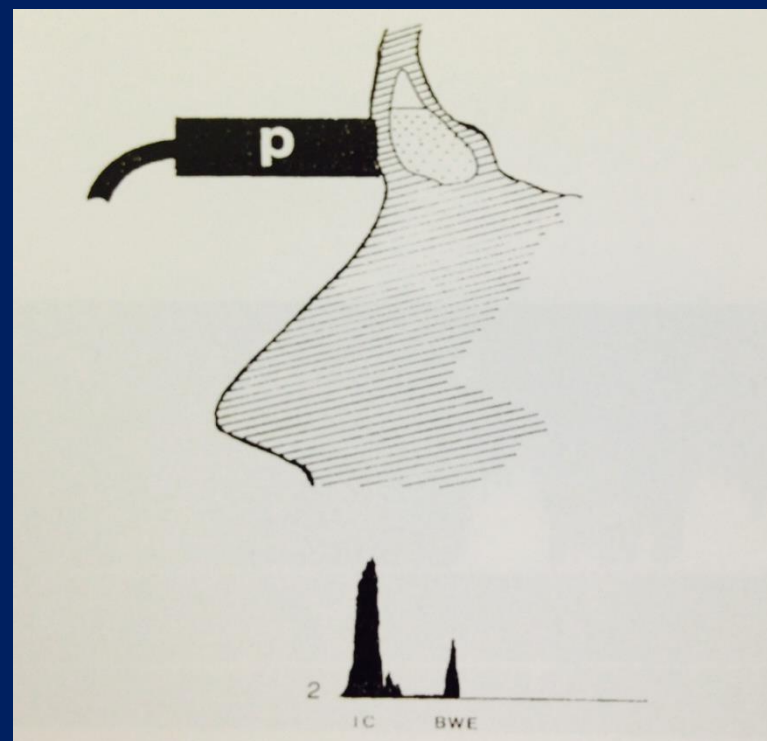
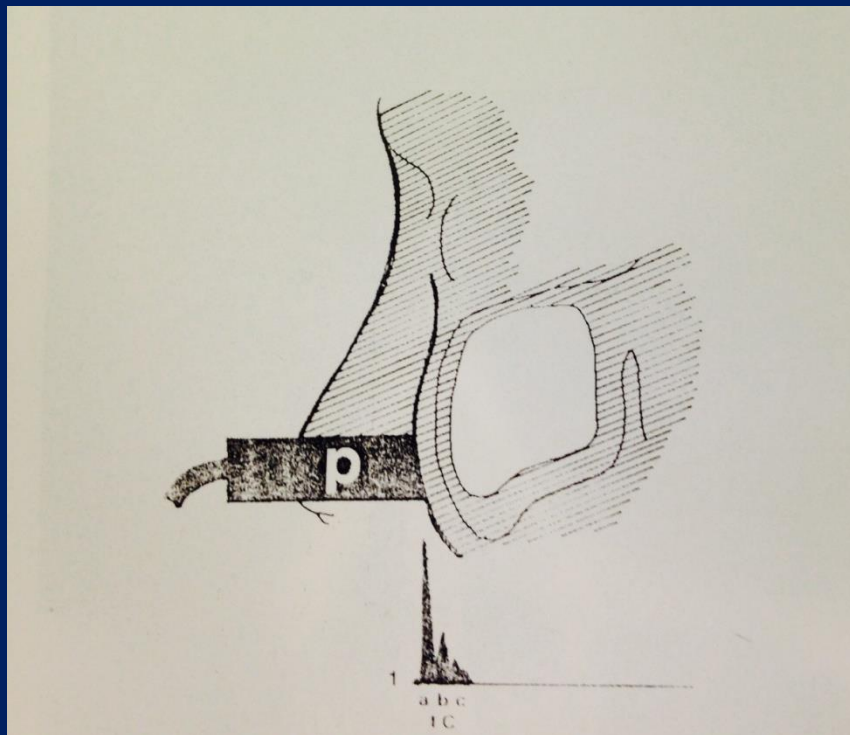
пьезоэлектрический эффект - возникновение электрических зарядов, противоположных по знаку, на поверхности некоторых кристаллов при их деформации под воздействием УЗ волн

Обратный

пьезоэлектрический эффект – возникновение звуковой волны при подаче на поверхность кристалла переменного электрического заряда



Основные режимы эхолотации

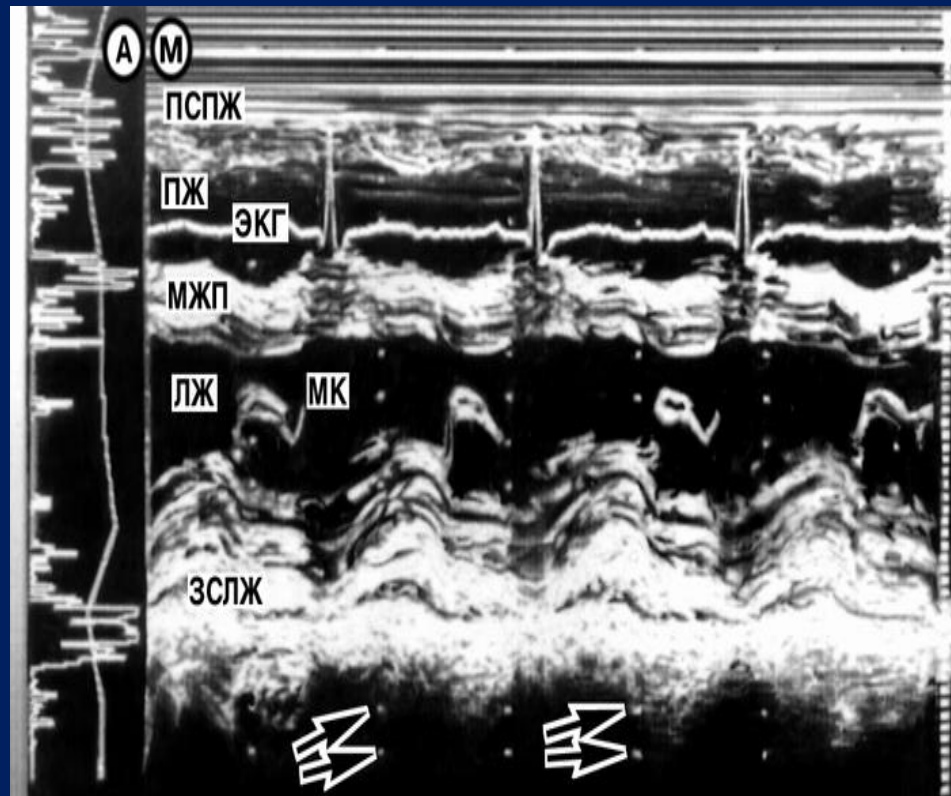


**А-режим (amplitude)-
одномерное УЗ исследование**

Основные режимы эхолокации

ТМ-режим (М-режим) —
motion

На экране воспроизводится
график перемещения
изучаемого объекта во
времени, когда неподвижно
установленный датчик
воспринимает отражение
от движущихся внутренних
структур



Основные режимы эхолокации

В-режим (brightness) – режим двумерного ультразвукового сканирования, когда интенсивность отраженного сигнала выражается в виде яркости точки, расположенной на определенной глубине. Изображение представляет собой мозаику из множества точек – пикселей, яркость которых определяется интенсивностью отраженного от объекта сигнала (серая шкала)



Основные режимы эхолокации

Двумерный (2D)режим Two Dimension Mode, Bimodal

- Современный режим, позволяющий формировать изображение в одной плоскости (томограмме) в масштабе реального времени. При этом неподвижные изображения(кадры) с большой частотой сменяют друг друга, создавая впечатление движения

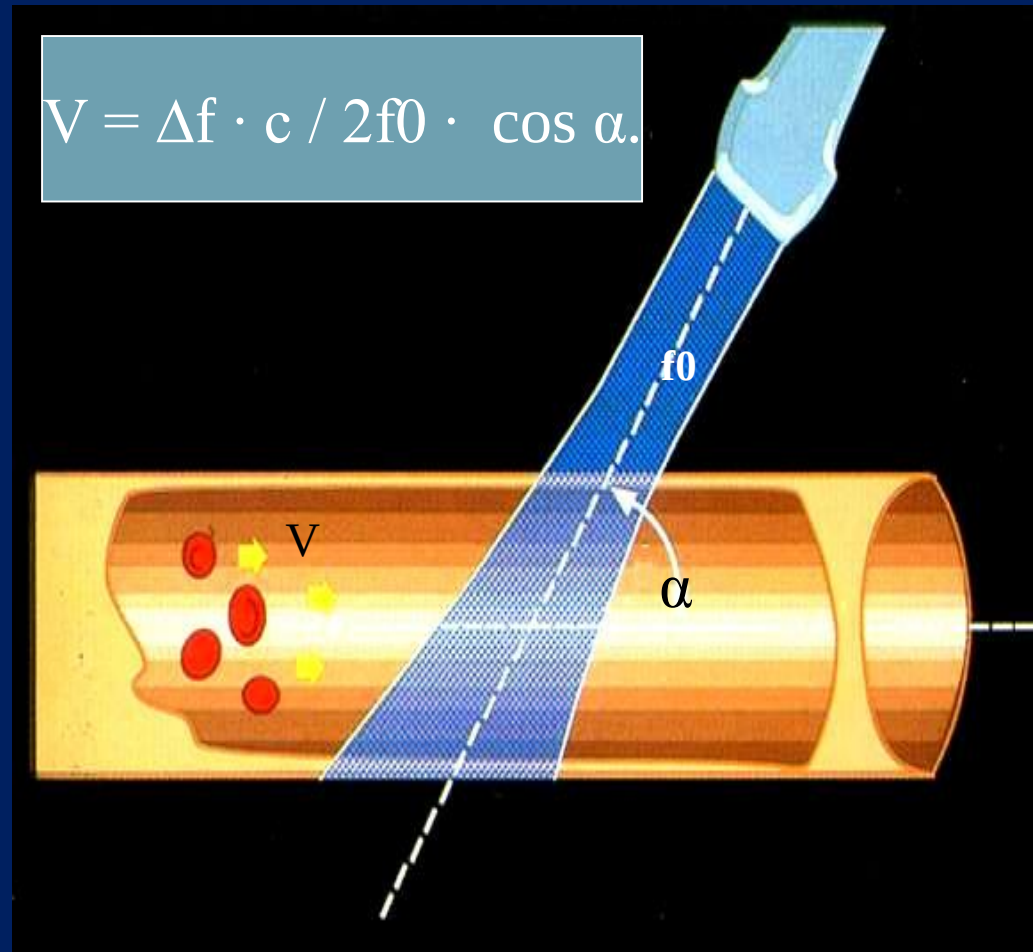


Основные режимы эхолокации

D-режим (ультразвуковая доплерография) - режим для исследования движущихся объектов

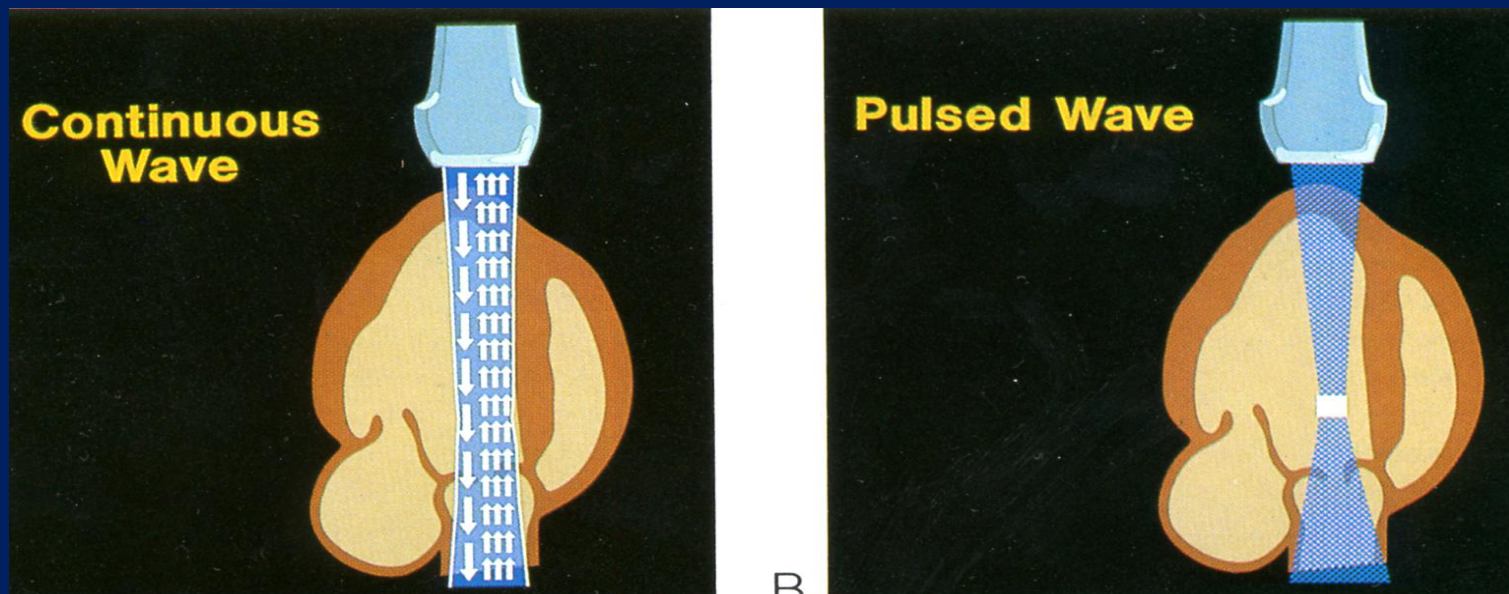
Ультразвуковая волна, отраженная от движущегося объекта, меняет свою частоту: при приближении к датчику длина волны уменьшается, а частота отраженной волны увеличивается, а от удаляющегося объекта отражается волна меньшей частоты (К.Допплер, 1842)

$V = \cos \theta \times \text{сдвиг частоты (длины волны)}$



Модификации доплеровского режима

Непрерывно-волновой (CW) и импульсный (PW) доплер

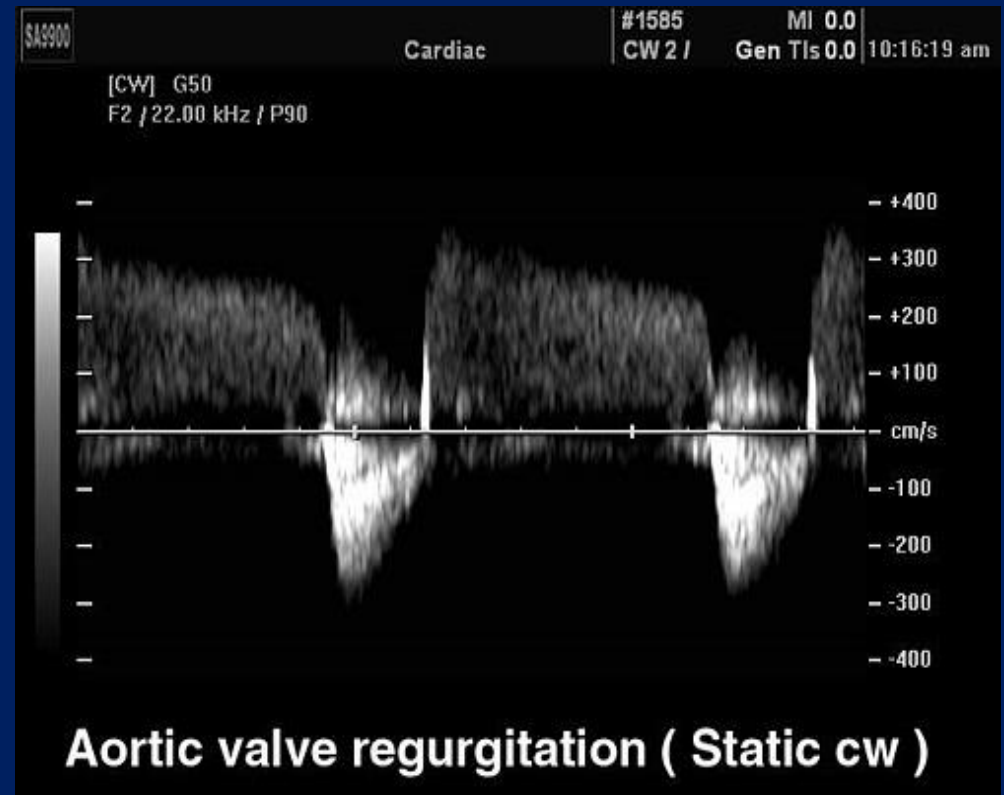


1. Невозможно оценить локализацию анализируемого потока
2. Нет ограничений скорости потока

1. Можно определить локализацию анализируемого потока
2. Ограничена оценка скорости потока

Модификация доплеровского режима

**Спектральная
доплерография** –
разновидность импульсно-
волнового доплера, когда
информация преподносится
в виде «доплеровского
спектра» – диаграммы или
кривой, позволяющей
определить как
качественные, так и
количественные
характеристики кровотока в
исследуемом сосуде
(скорость, направление,
ламинарность потока)



Модификации доплеровского режима

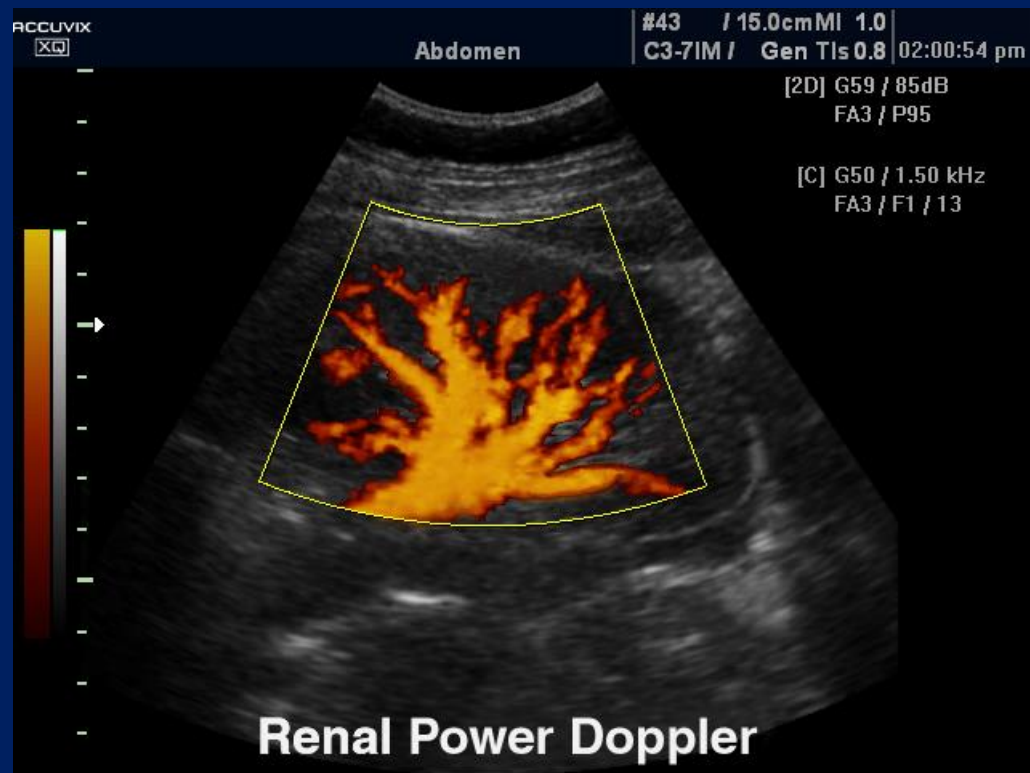
Цветное доплеровское картирование (Color Doppler – ЦДК)

- разновидность импульсно-волнового доплера, где каждый цвет соответствует определенному диапазону скоростей.
- подходит для быстрого определения наличия потока, для выявления сосудов
- Для установления соответствия с анатомическими ориентирами накладывается на серую шкалу



Модификации доплеровского режима

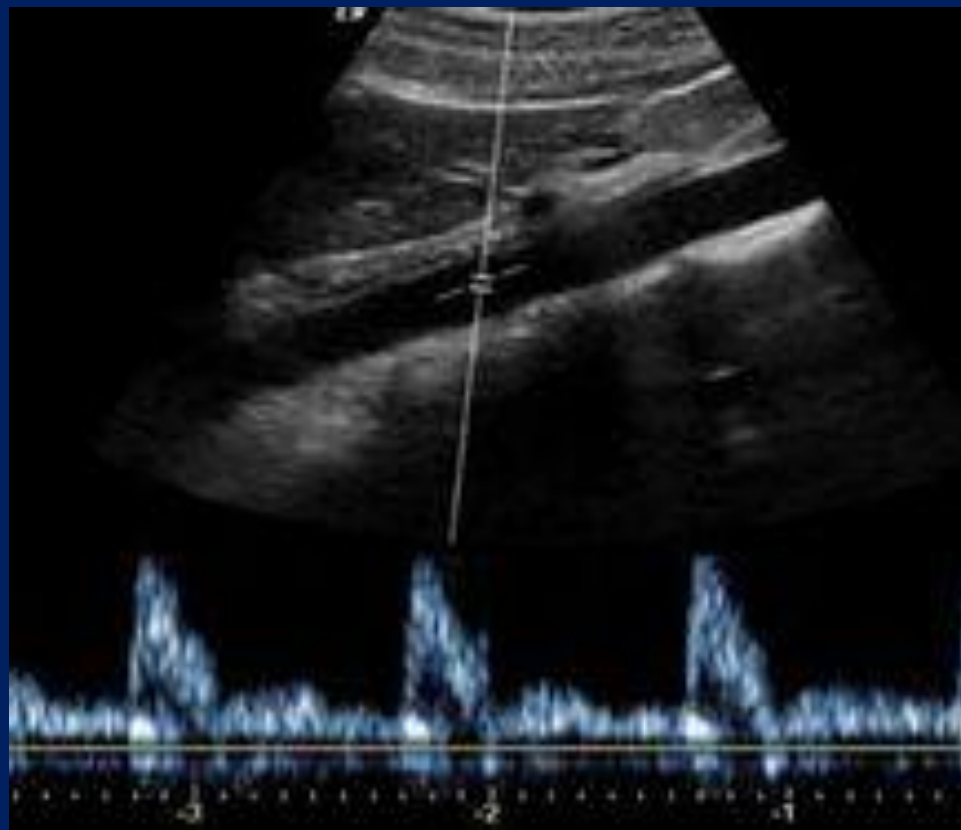
Энергетическое доплеровское картирование (Power Doppler –ЭДК) – разновидность импульсно-волнового доплера, при котором движущиеся объекты картируются одним цветом, что не позволяет судить о направлении потока, но при этом происходит качественное улучшение визуализации мелких сосудов



Модификации доплеровского режима

Дуплексный режим

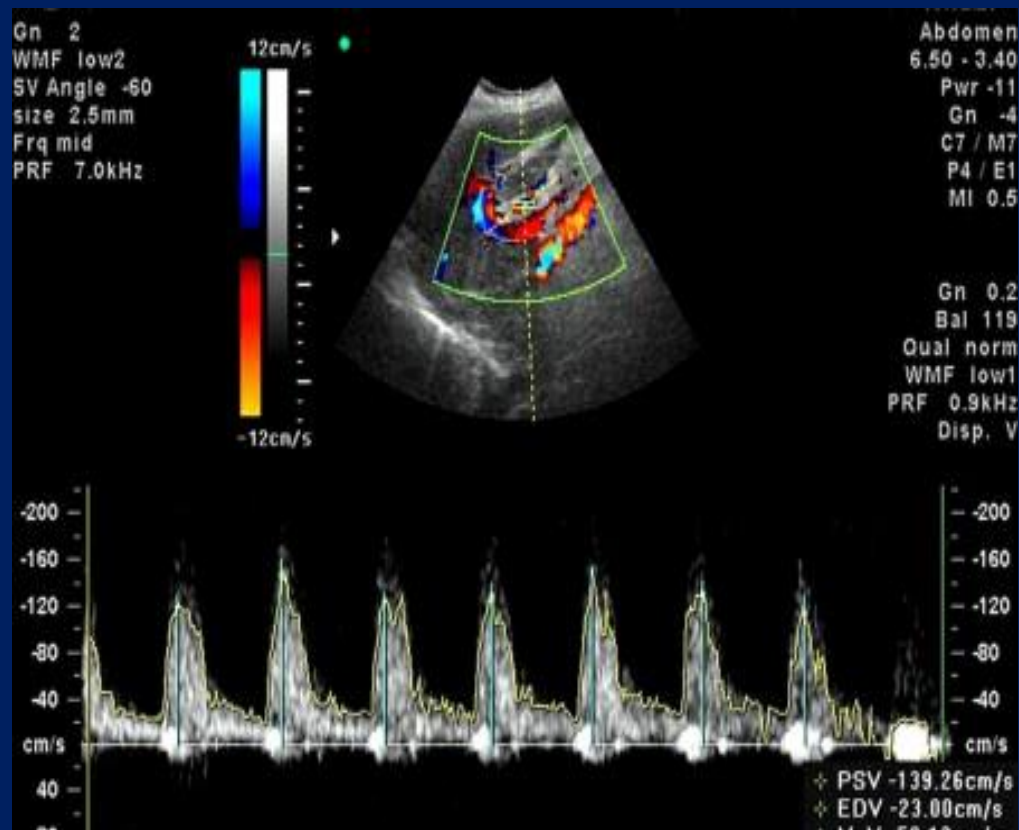
– сочетание серошкального режима и одного из доплеровских режимов



Модификации доплеровского режима

Триплексный режим

— сочетание серошкального режима с цветным и спектральным режимами



Основные режимы эхолокации

3D (Three Dimension Mode) – результат компьютерной обработки информации, полученной в В-режиме, когда создается виртуальное трехмерное статическое изображение неподвижного объекта



Основные режимы эхолокации

- ◎ 4D РЕЖИМ (Real Time 3D) –
трехмерное
ультразвуковое
исследование в
реальном
масштабе времени

Основные режимы эхолокации

- **Контрастные вещества**

- использование основано на усилении интраваскулярного контрастирования тканей за счет содержащихся в контрасте пузырьков газа. Диаметр пузырьков не более 5 мкм, циркуляция не менее 5 минут

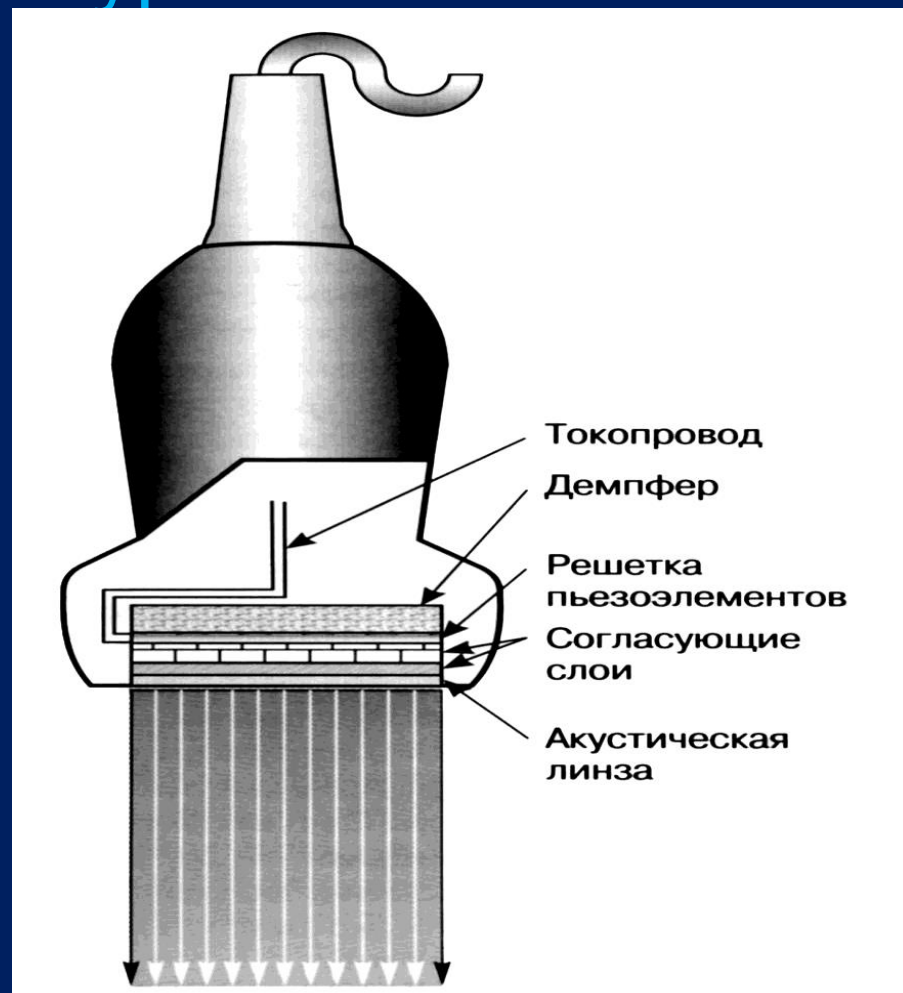
- **Направления эхоконтрастирования**

- динамическая эхоконтрастная ангиография (улучшает визуализация кровотока)

- тканевое эхоконтрастирование-избирательность включения контрастных веществ в структуру определенных органов

Ультразвуковая диагностическая аппаратура

- Ультразвуковой диагностический датчик является генератором ультразвуковых волн ,и одновременно он играет роль приемника отраженных сигналов.
- Генератор работает в импульсном режиме, посылая около 1000 импульсов в секунду
- Современный датчик состоит из нескольких сотен мелких пьезокристаллических преобразователей, работающих в одном режиме



Ультразвуковая диагностическая аппаратура

- **Электронное сканирование** (в реальном масштабе времени) — перемещение УЗ-луча осуществляется поочередным включением большого числа пьезоэлементов

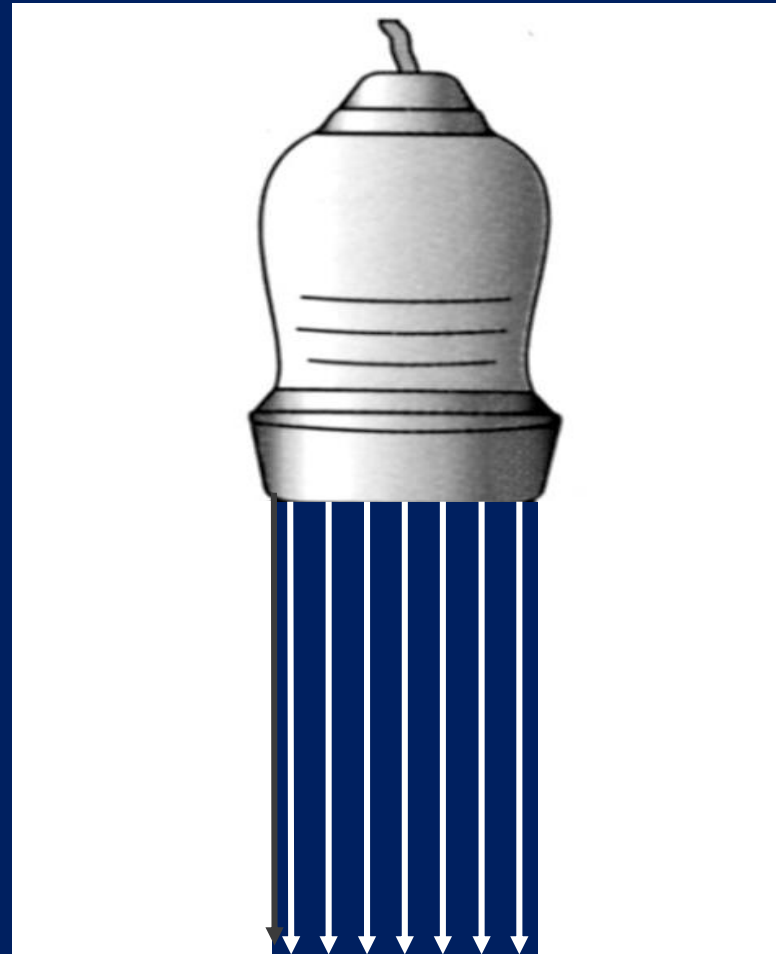
Виды электронных датчиков

- линейные
- конвексные
- секторные

Ультразвуковая диагностическая аппаратура

Линейный датчик

- Частота 5-15 МГц
- Глубина сканирования 10-11 см
- Применяется для поверхностно расположенных органов
- Недостатком является неравномерность прилегания датчика к коже и искажение изображения по краям



Ультразвуковая диагностическая аппаратура

Конвексный датчик

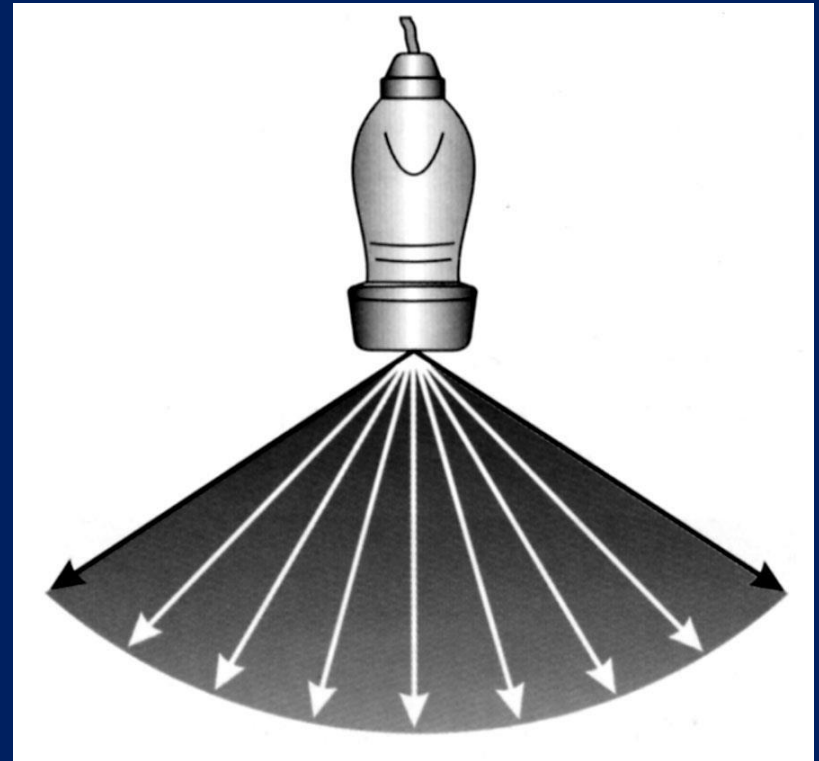
- частота 1,8-7,5 МГц
- Глубина сканирования 20-25 см
- Плотное прилегания к коже
- Исследование брюшной полости и забрюшинного пространства
- Изображение больше датчика по ширине



Ультразвуковая диагностическая аппаратура

Секторный датчик

- частота 1,5-5 МГц
- глубина сканирования 20-25 см
- большой обзор на глубине с маленького участка
- исследование сердца
- большое несоответствие между размерами датчика и получаемым изображением



Ультразвуковая диагностическая аппаратура

Датчики специального назначения

- Кардиологические
- Пункционные
- Внутриполостные (чреспищеводные, ректальные, вагинальные, видео-эндоскопические и т.д.)
- Интраоперационные, лапароскопические, катетерные



Ультразвуковая диагностическая аппаратура

Виды аппаратов

- Аппараты общего назначения
- Аппараты специального назначения (эхокардиографы, эластографы)
- Портативные, переносные аппараты



Принципы интерпретации эхограмм

Изображение объекта, полученное при УЗ исследовании имеет ряд специфических характеристик

- ◎ морфометрические характеристики (форма, объем, размер, местоположение)
- ◎ эхогенность
- ◎ эхографическая структура
- ◎ звукопроводимость

Принципы интерпретации эхограмм

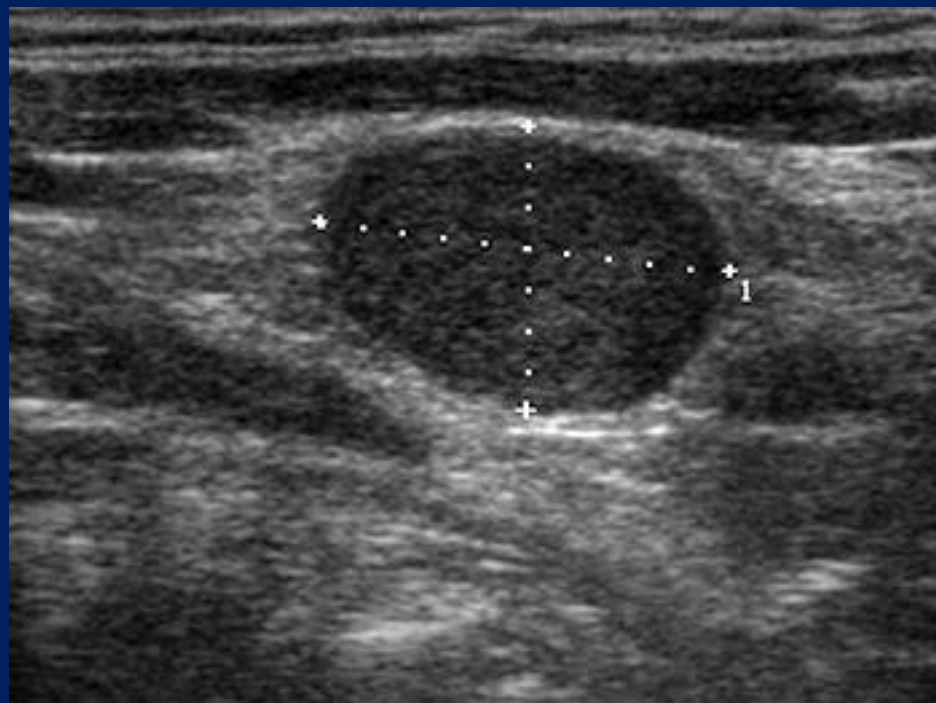
Эхогенность — способность исследуемого объекта отражать УЗ-волны

- Эхогенность является показателем плотности исследуемого объекта (чем выше эхогенность, тем ярче будет изображение на экране)
- **Средняя эхогенность** — тестовым органом является печень (соответствует срединным оттенкам серой шкалы)



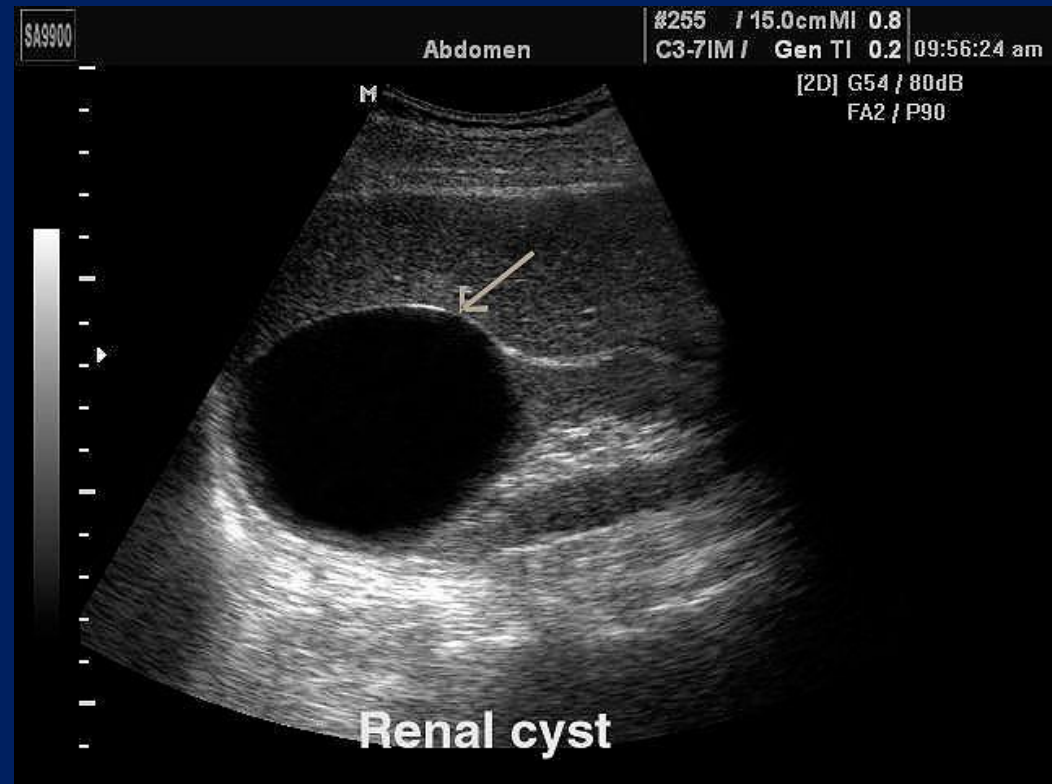
Принципы интерпретации эхограмм

- **Пониженная эхогенность (гипоэхогенные образования)** формируются при наличии отражения ультразвука от структур, мало отличающихся по акустическому сопротивлению



Принципы интерпретации эхограмм

- **Эхонегативные (анэхогенные) образования** - отсутствие эхосигналов при прохождении ультразвука через абсолютно однородную среду, содержимое которой не отразило и не поглотило ультразвуковые колебания
- Эффект дорзального усиления



Принципы интерпретации эхограмм

- **Эхопозитивное образование (структура)** – образование или структура частично или полностью отражающее УЗ-волны
- Эффект акустической тени возникает при полном затухании волны



Принципы интерпретации эхограммы

- Эхоструктура — показатель уровня распределения эхогенности в пределах исследуемого органа.
- Неизмененные паренхиматозные органы имеют однородную структуру за счет равномерно распределенных по всему органу эхосигналов с одинаковой интенсивностью



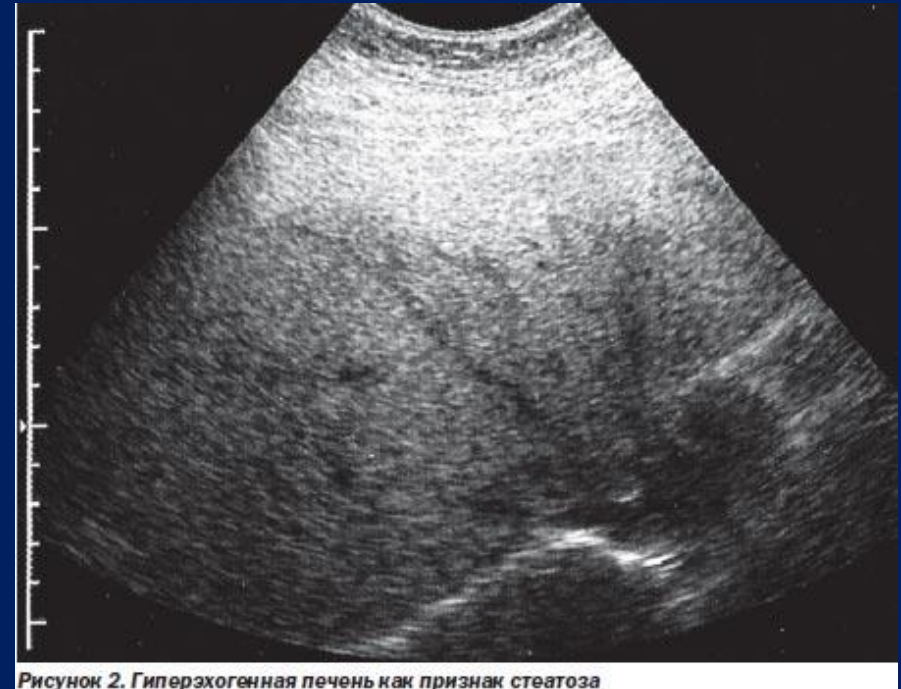
УЗИ паренхиматозных органов брюшной полости

- Оценка расположения, формы, контуров и размеров органа (сопоставление с имеющимися общими данными)
- Оценка структуры и эхогенности
- Выявление и оценка размеров и структуры очаговых образований
- Оценка сосудистого рисунка и протоковой системы
- Использование дополнительных методик (доплеровского исследования, эластометрии и т.д.)

Ультразвуковое исследование печени



Нормальная печень

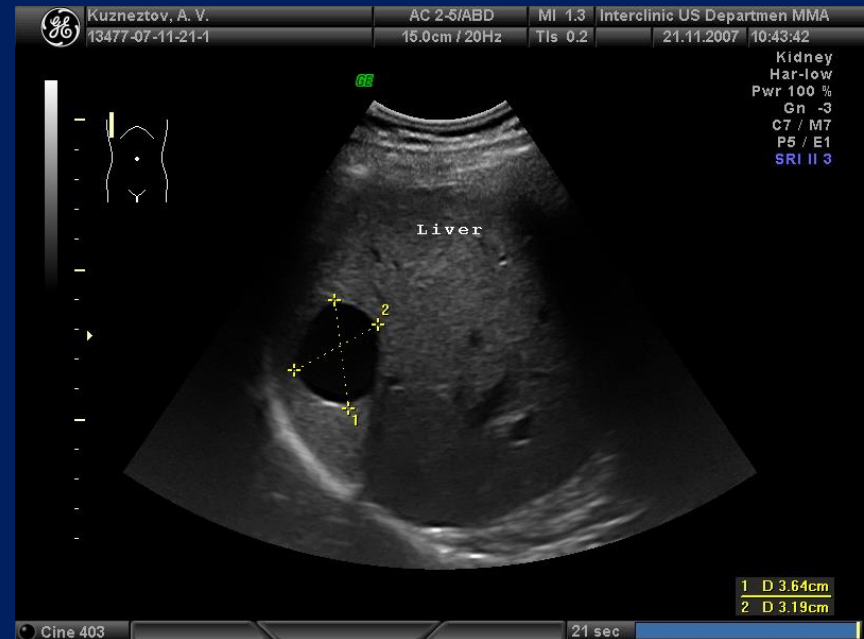


Жировой гепатоз

Доброкачественные очаговые образования печени

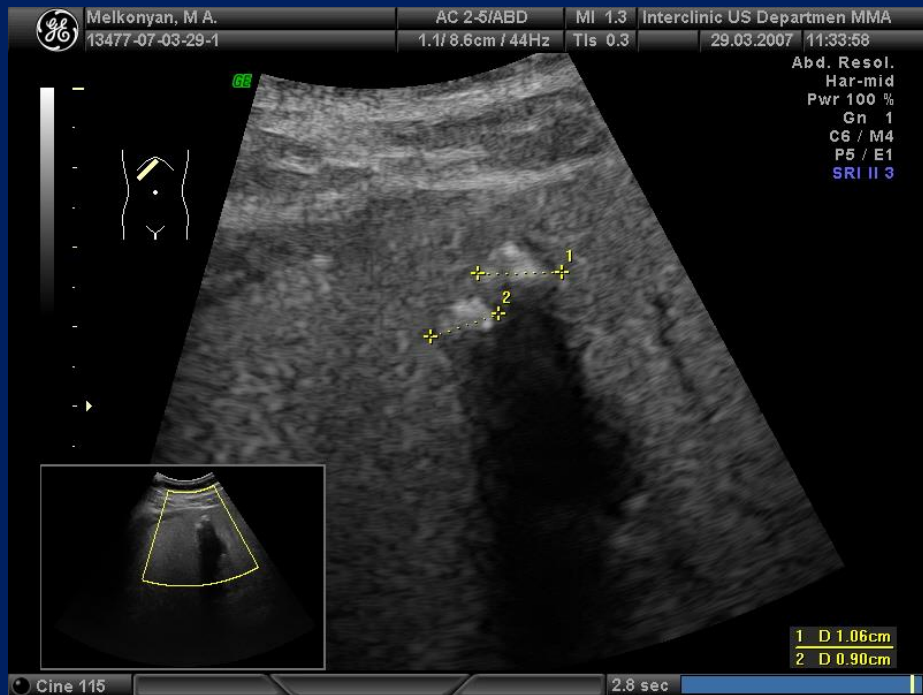


гемангиома печени

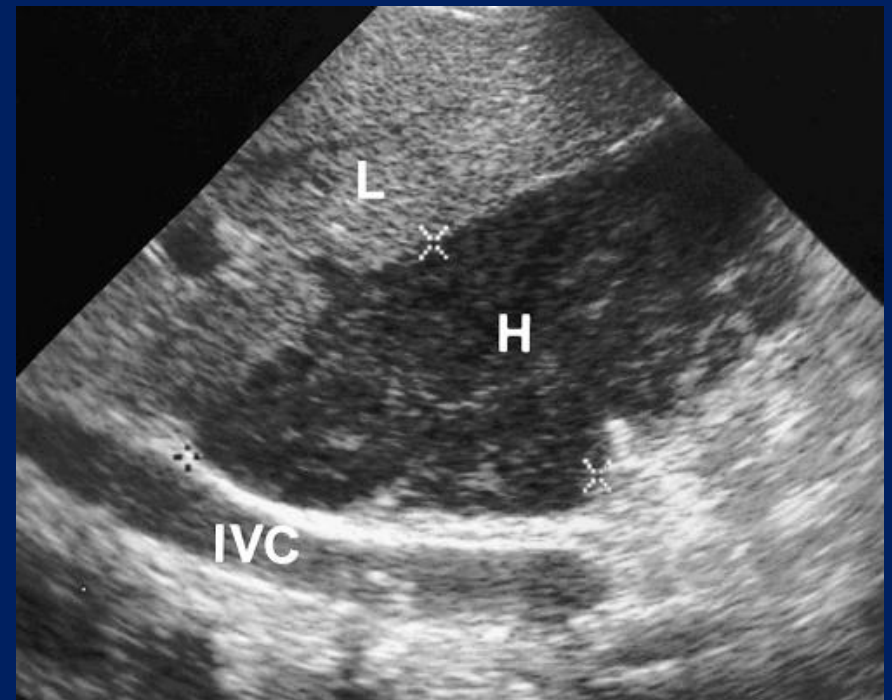


киста печени

Ультразвуковое исследование печени

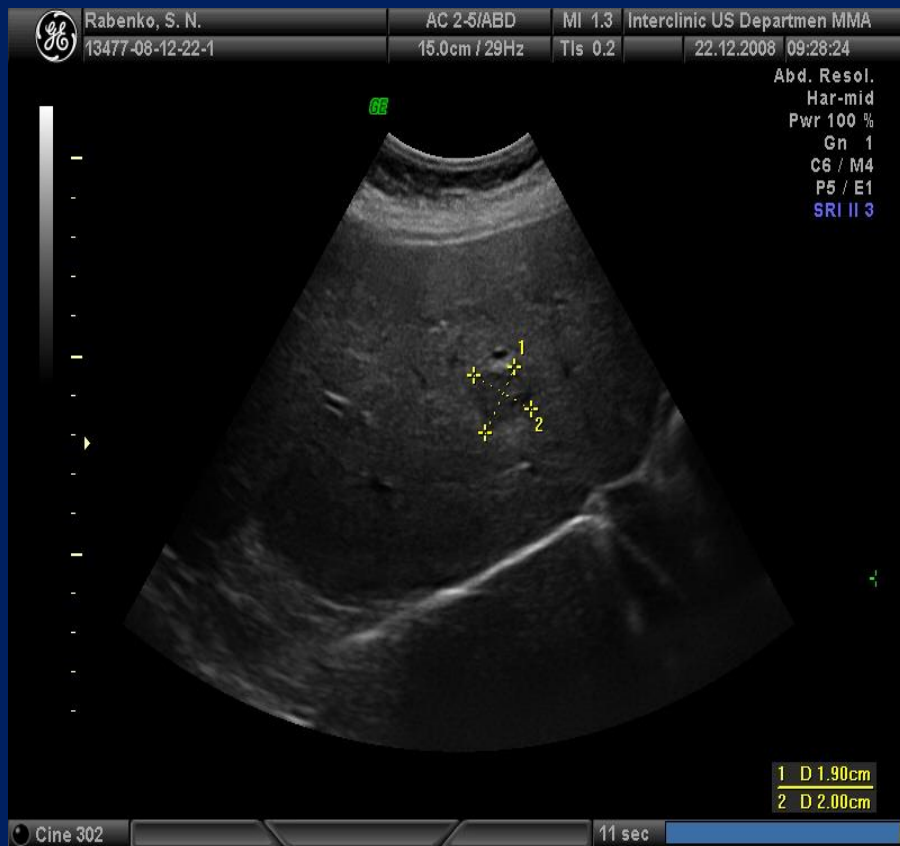


кальцинаты

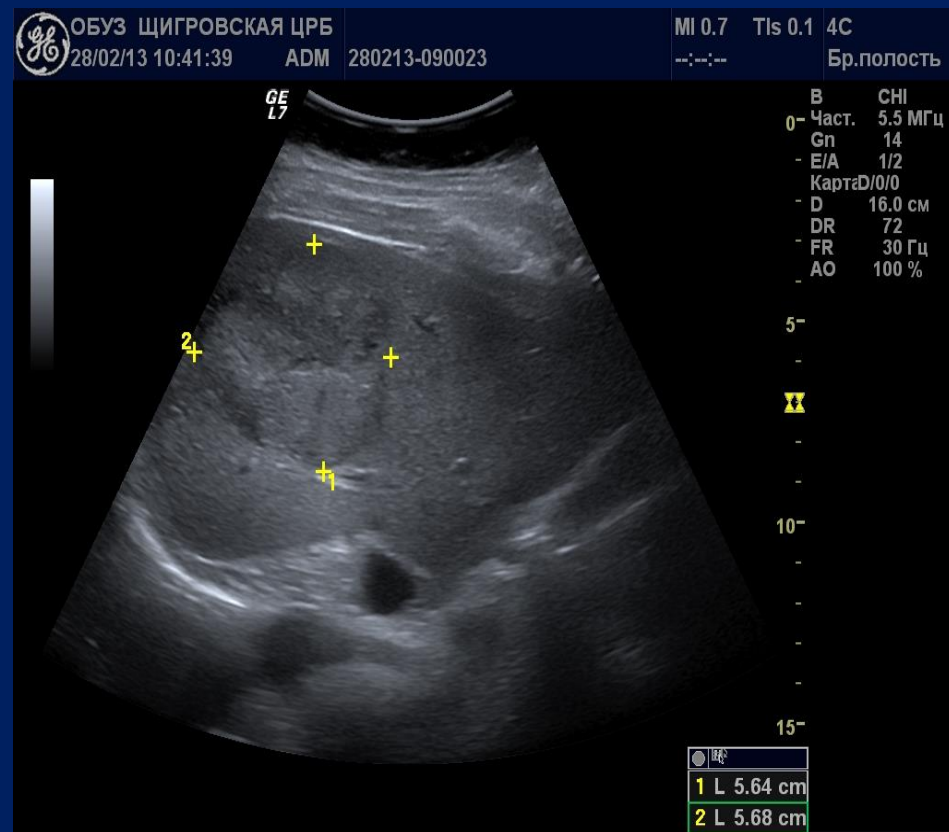


гематома

Ультразвуковое исследование печени



Аденома печени



Нодулярная
гиперплазия

Ультразвуковое исследование печени



гепатома



метастазы

Ультразвуковое исследование печени



Эхинококкоз печени



Эхинококкоз печени

Ультразвуковое исследование печени



Абсцесс печени

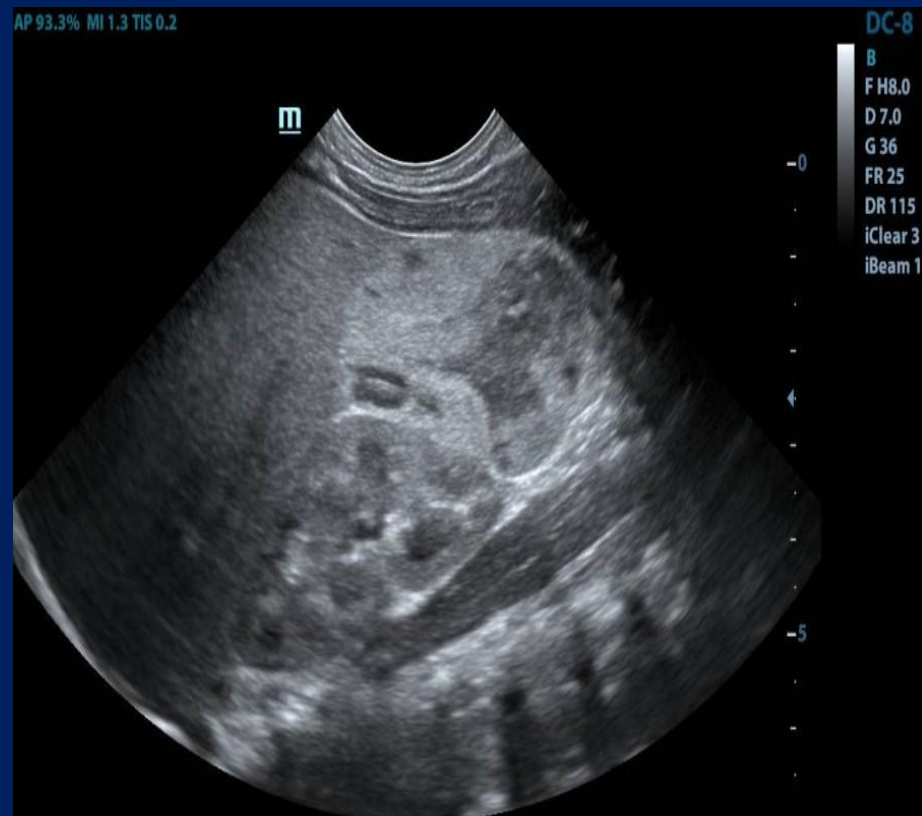


Абсцесс печени

Ультразвуковое исследование печени

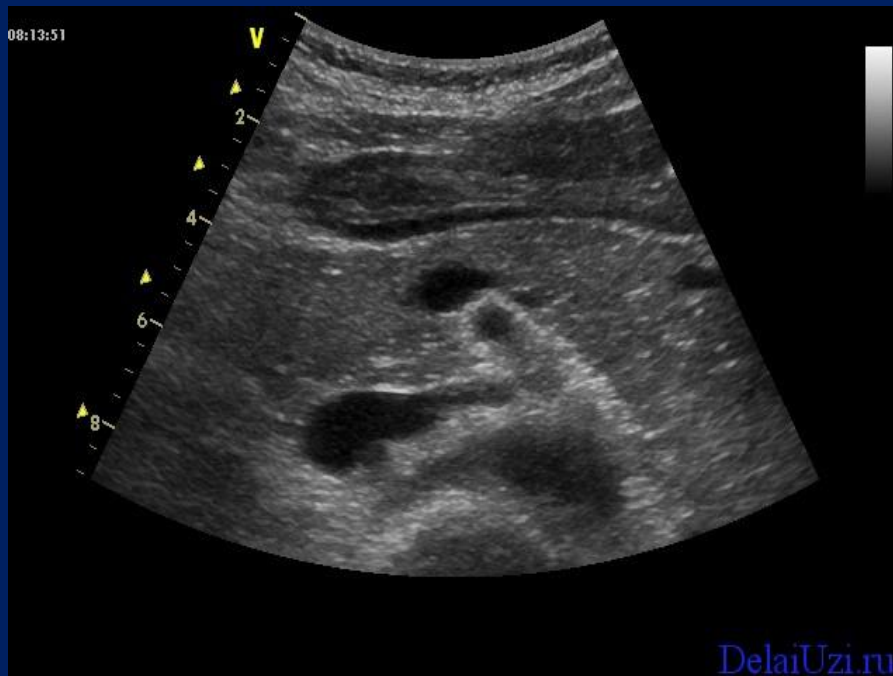


Метастазы
колоректального рака



Метастазы

Ультразвуковое исследование поджелудочной железы



норма

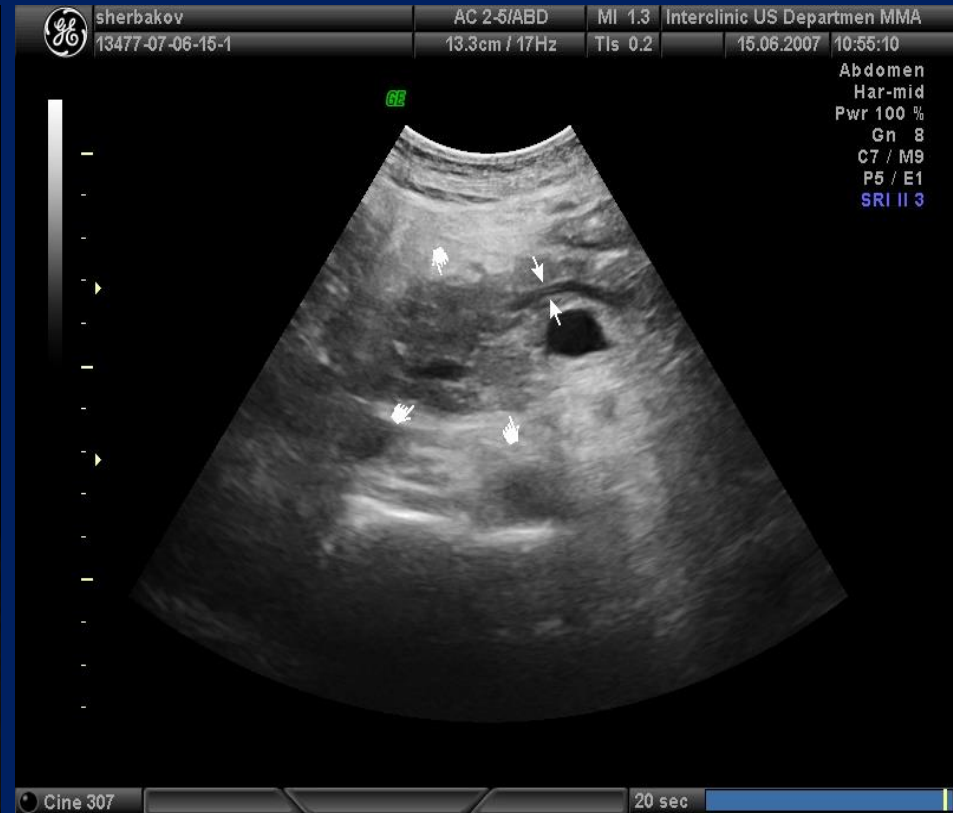


повышение эхогенности
ткани железы

Ультразвуковое исследование поджелудочной железы



Опухоль головки

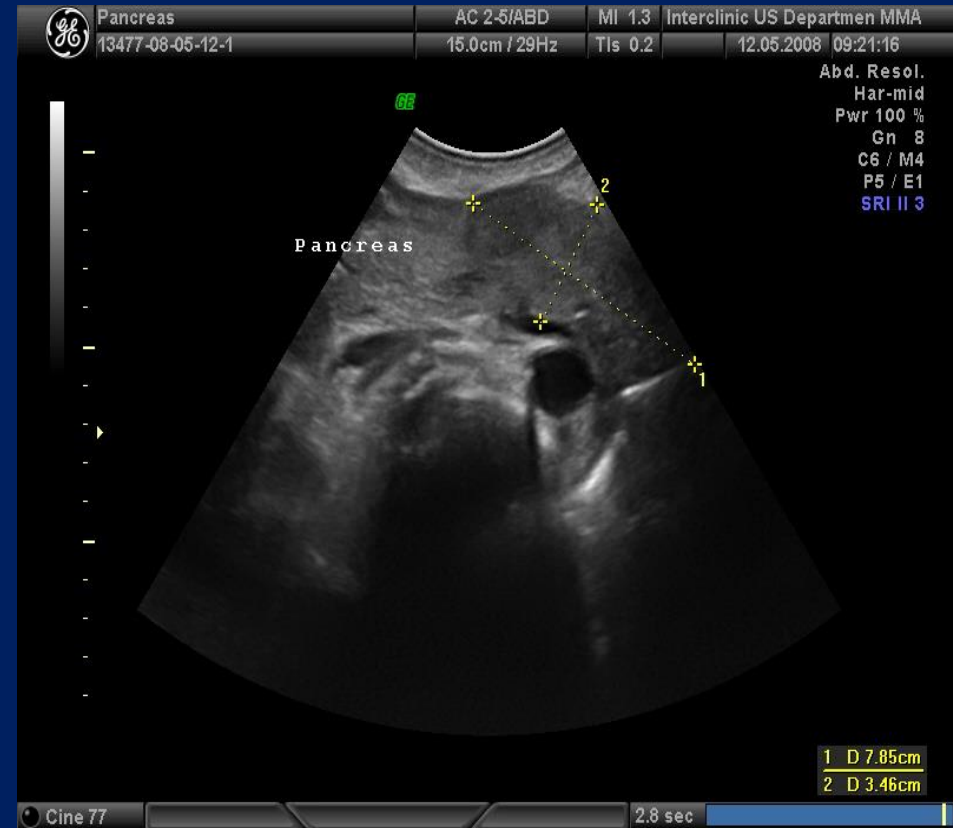


Опухоль головки

Ультразвуковое исследование поджелудочной железы

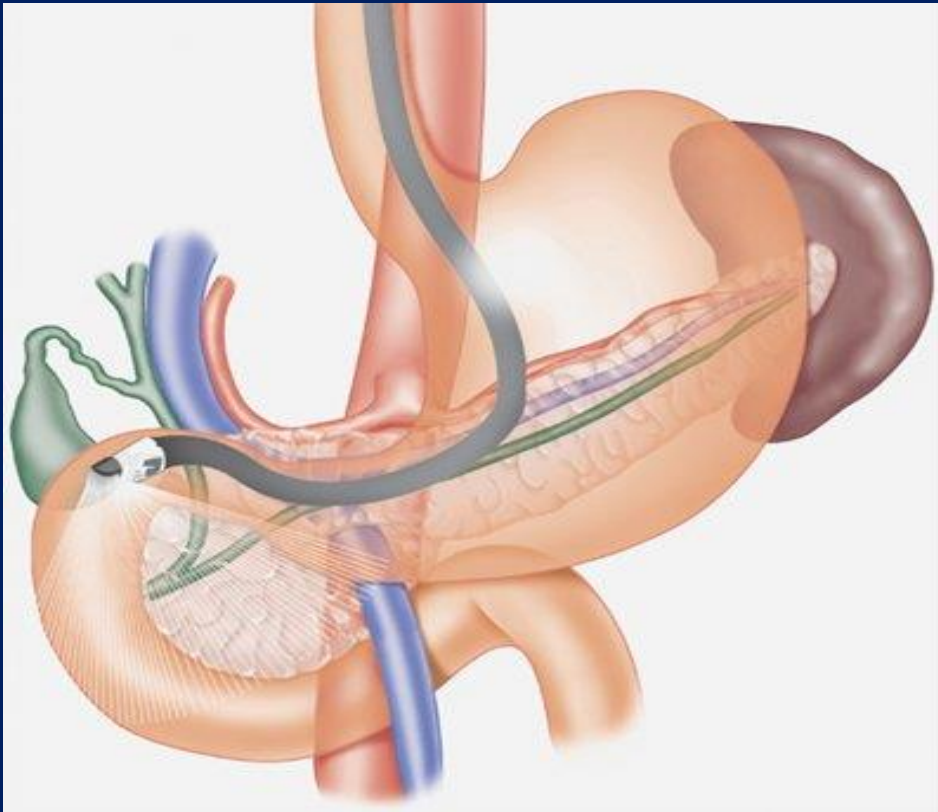


киста



опухоль

Ультразвуковое исследование поджелудочной железы

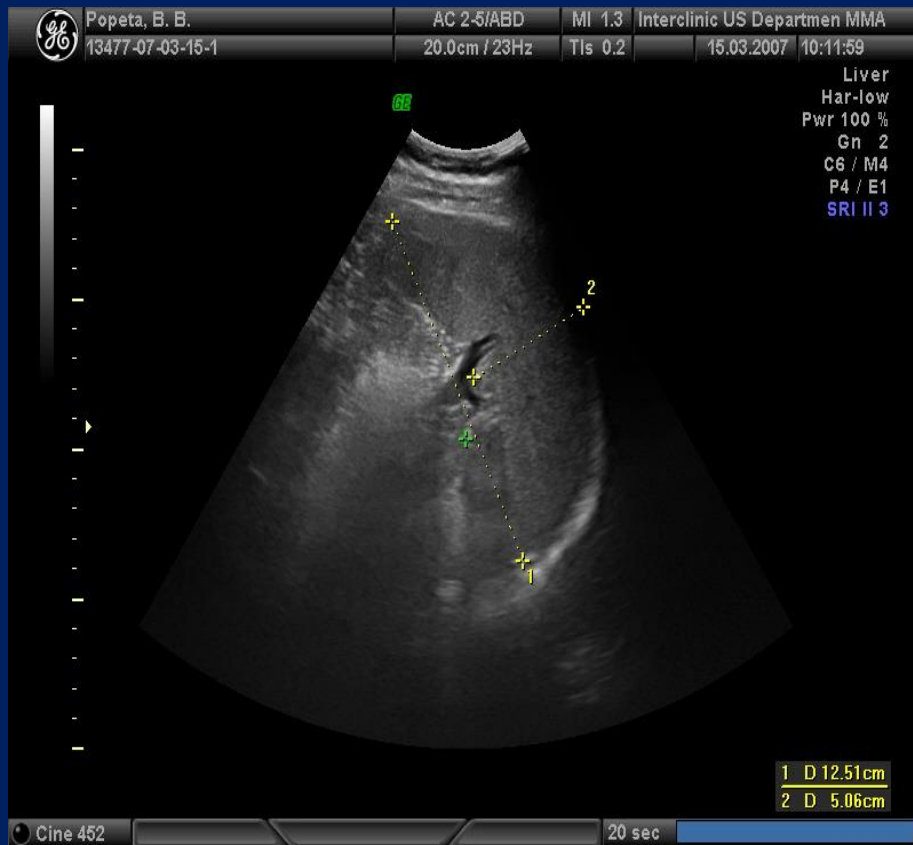


Инвазивное
исследование



Эндоскопическое
ультразвуковое
исследование

Ультразвуковое исследование селезенки

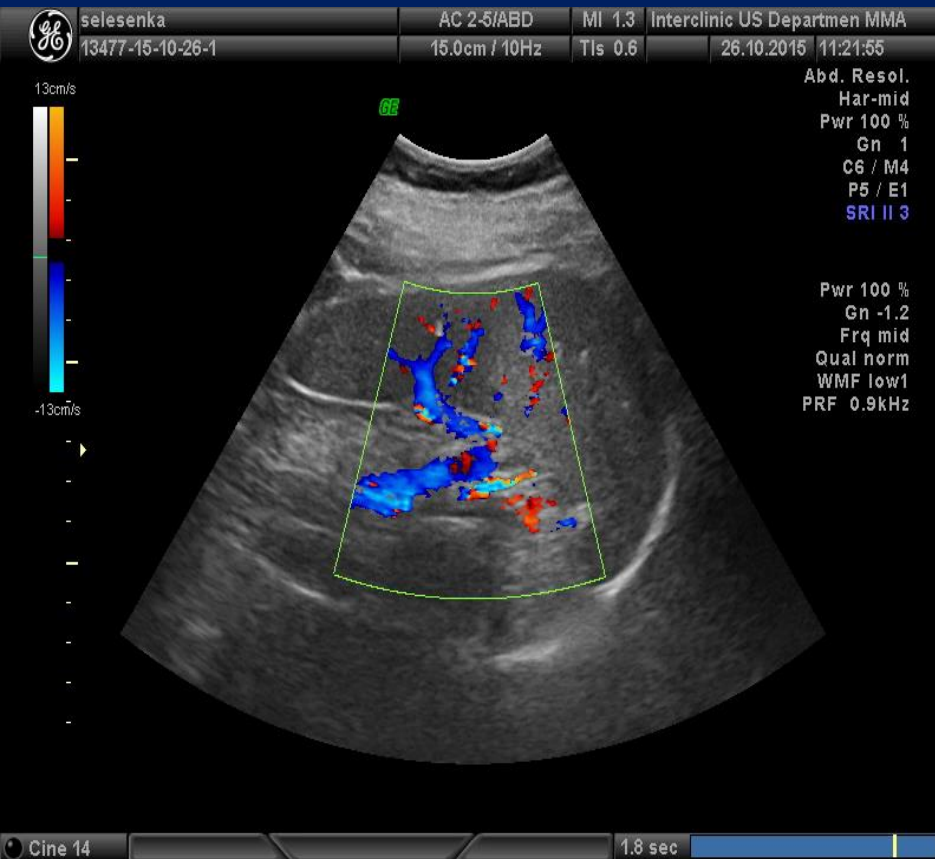


норма



спленомегалия

Ультразвуковое исследование селезенки



Сосуды селезенки



Добавочная долька
селезенки

Ультразвуковое исследование селезенки



Кальцинат селезенки



Инфаркт селезенки

Ультразвуковое исследование селезенки

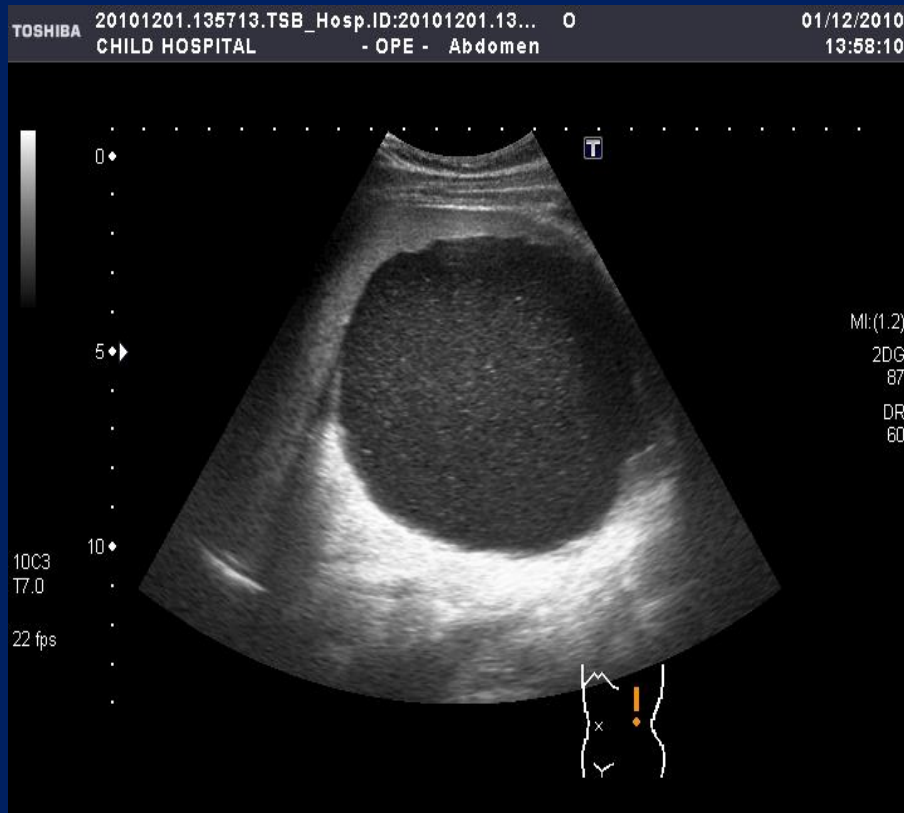


Травма селезенки



Абсцесс селезенки

Ультразвуковое исследование селезенки



образование селезенки

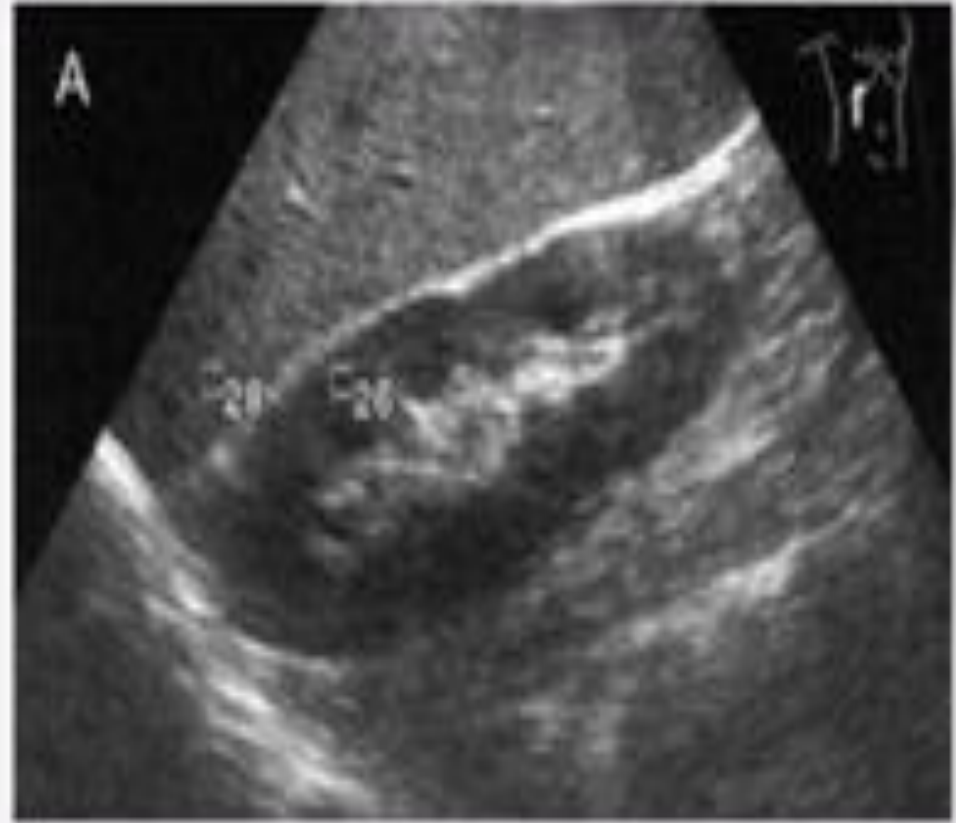
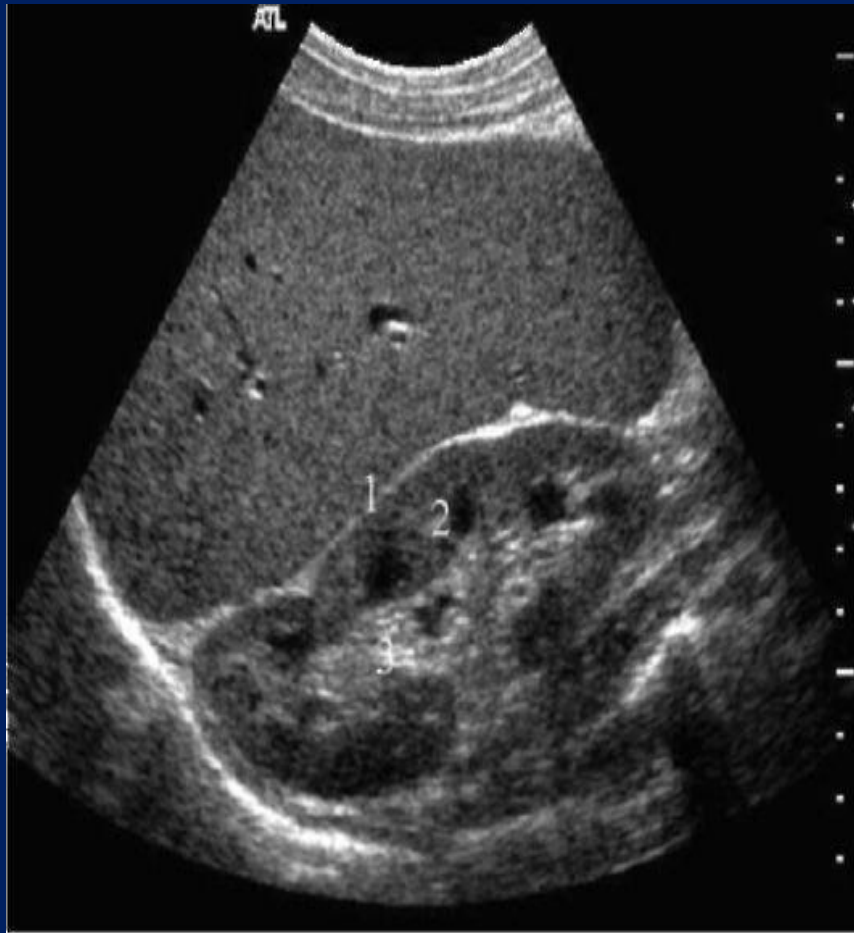


множественные
образования селезенки

Ультразвуковое исследование почек

- УЗИ является методом выбора для первичной диагностики заболеваний почек
- В подавляющем большинстве случаев применение других методов не требуется
- Исключением являются диффузные поражения почек, требующие гистологической верификации
- Стандартное УЗИ дает информацию о морфологии, но не о функции. Сведения о перфузии почек можно получить при помощи доплерографии сосудов почек

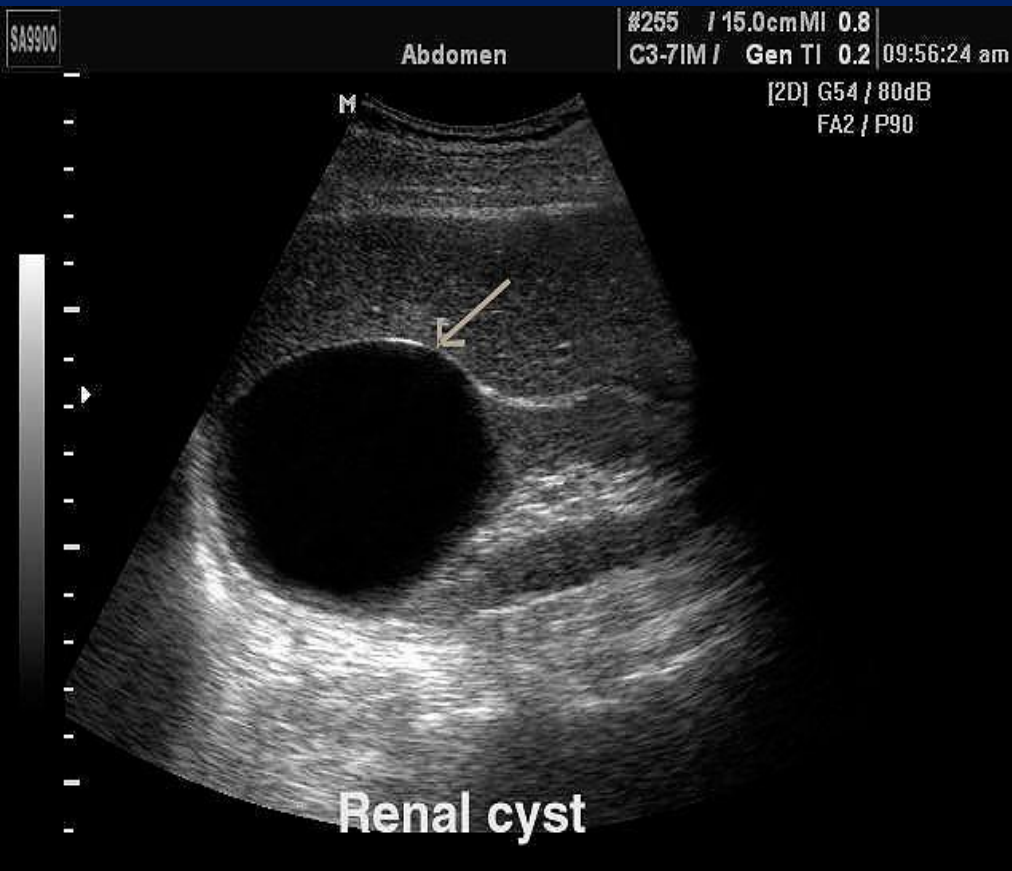
Ультразвуковое исследование почек



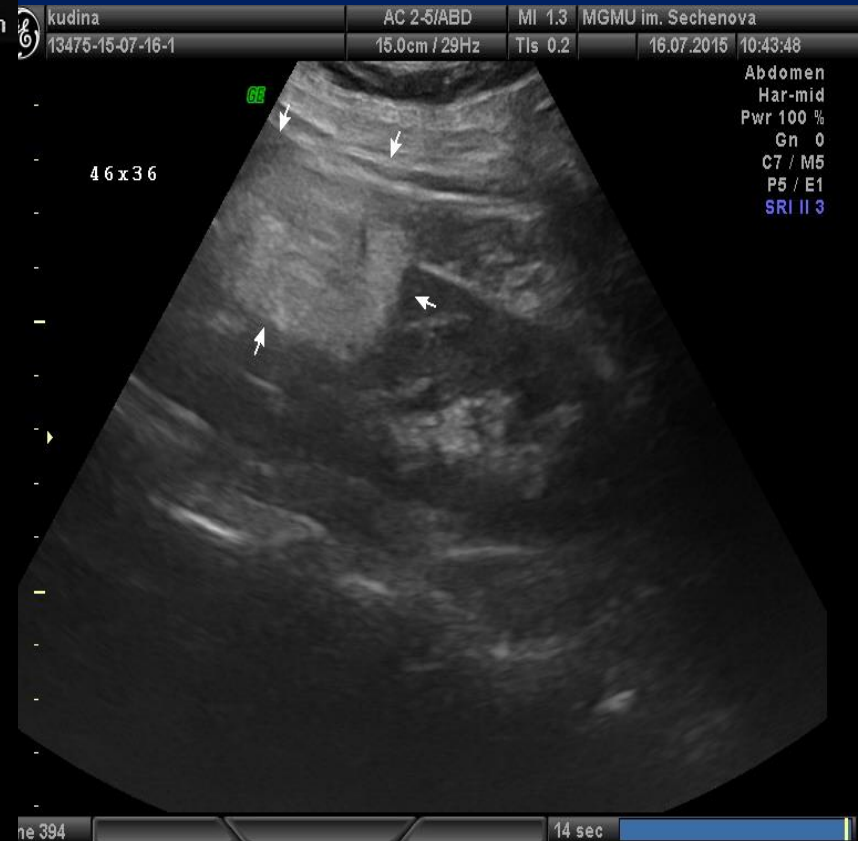
Ультразвуковое исследование почек



Ультразвуковое исследование почек

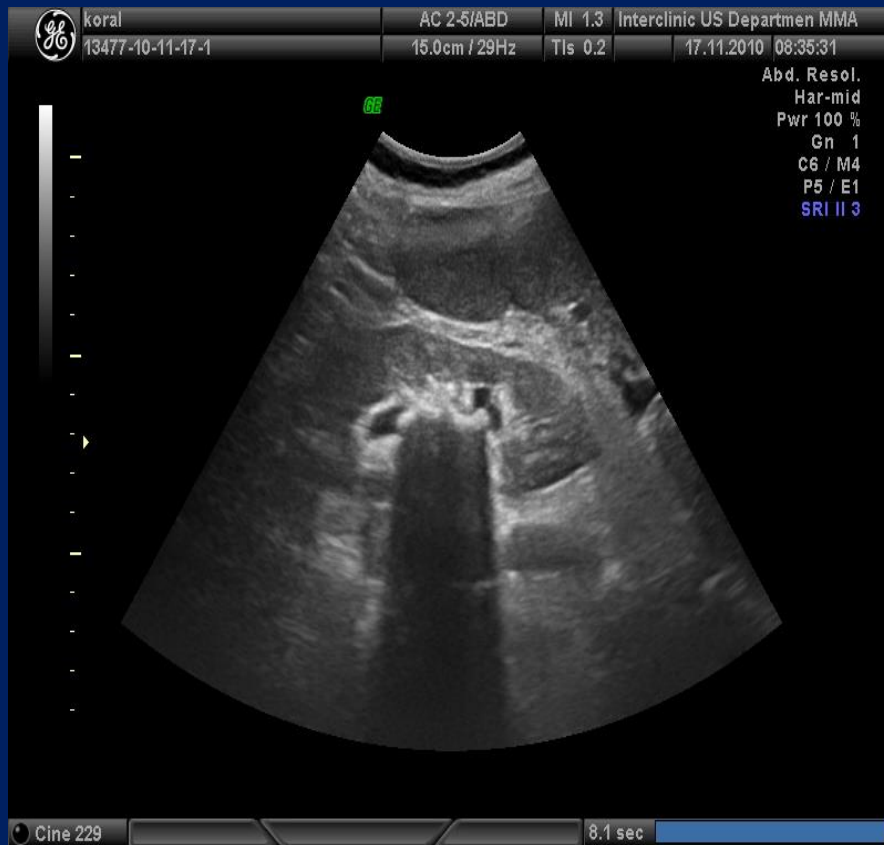


киста

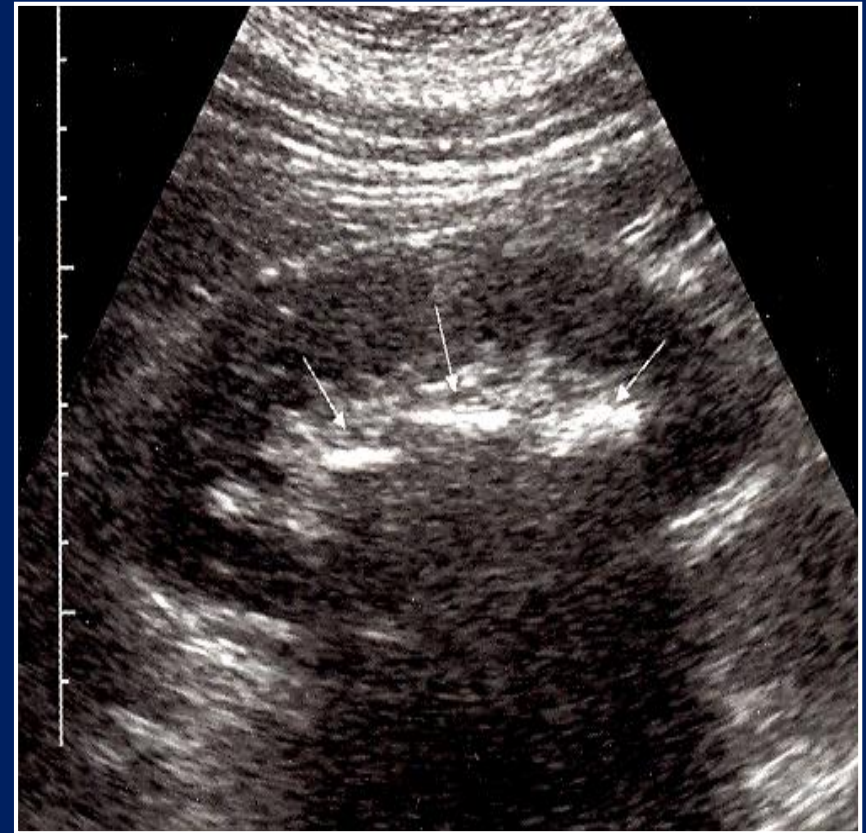


Ангиомиолипома(добро-
качественная опухоль)

Ультразвуковое исследование почек

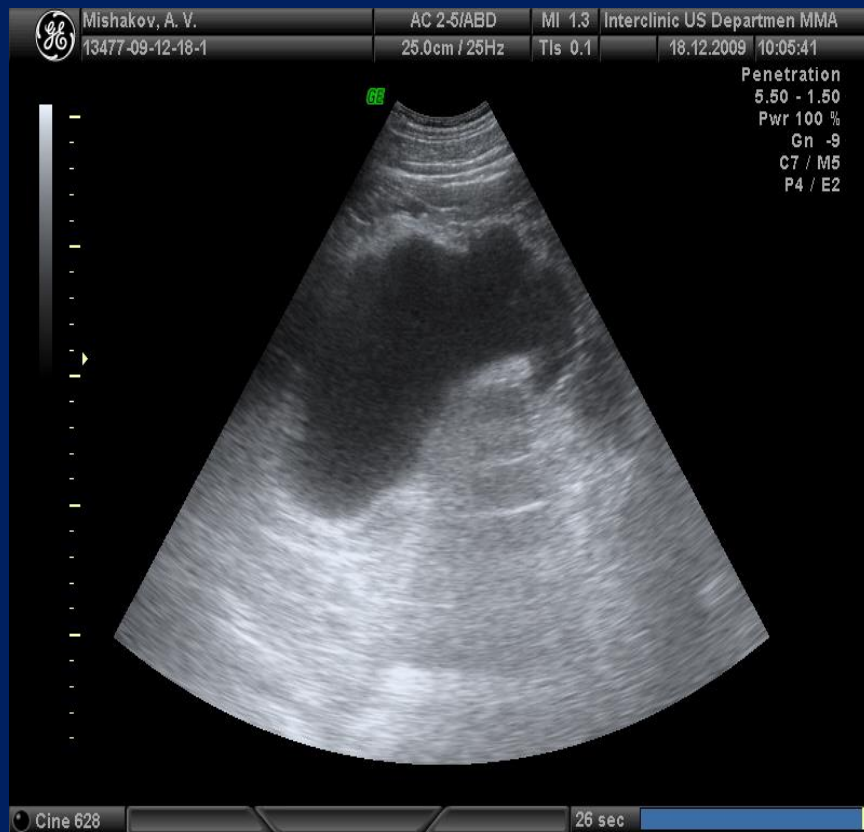


конкремент лоханки

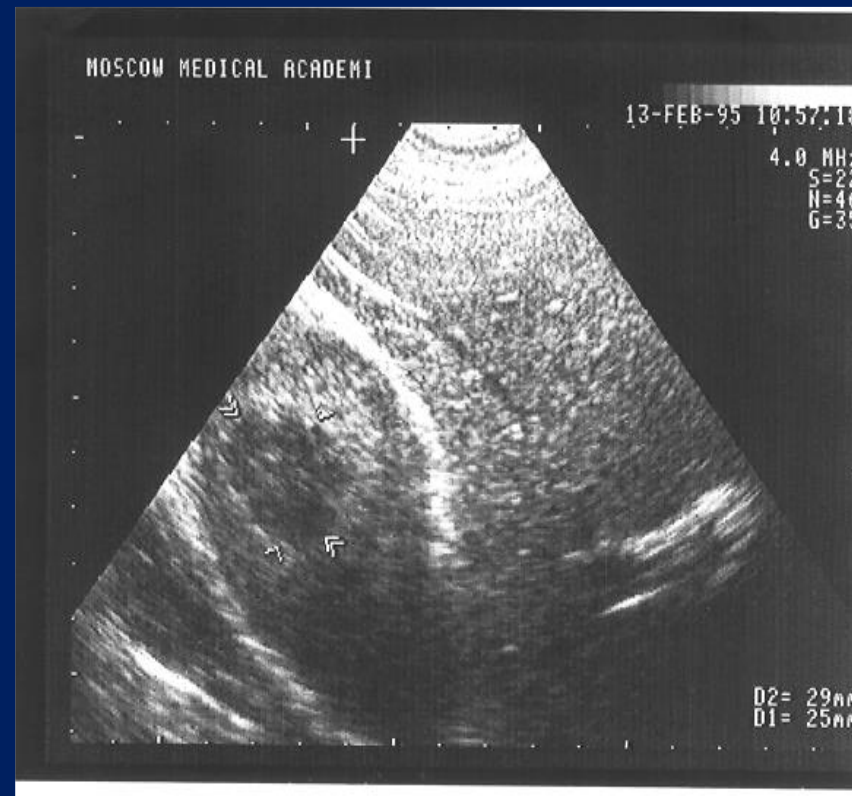


**множественные
конкременты**

Ультразвуковое исследование почек



гидронефротическая
трансформация

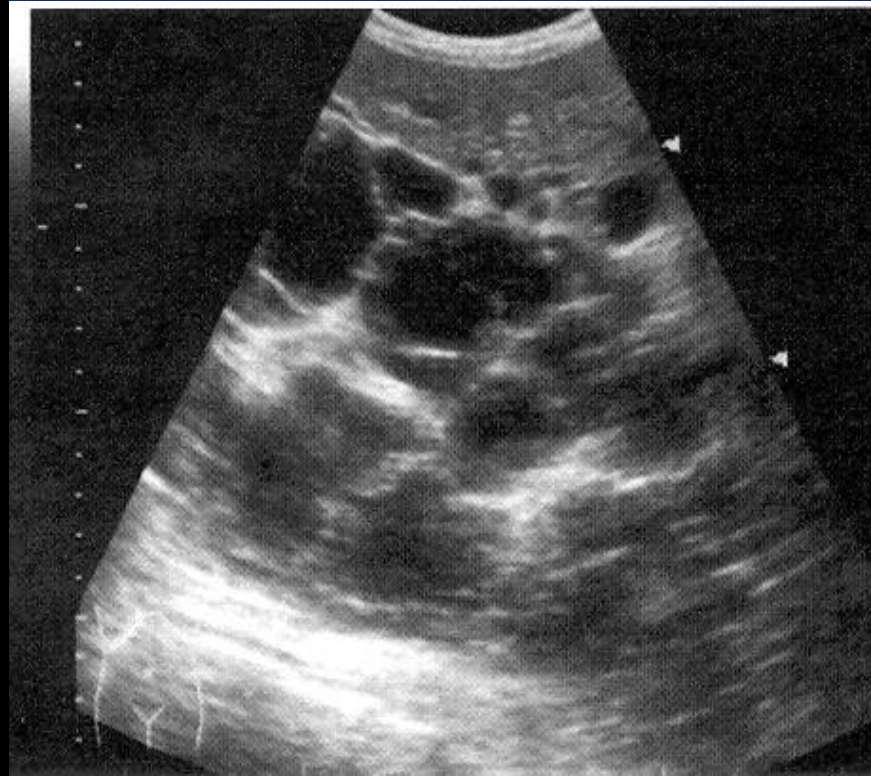


абсцесс

Ультразвуковое исследование почек

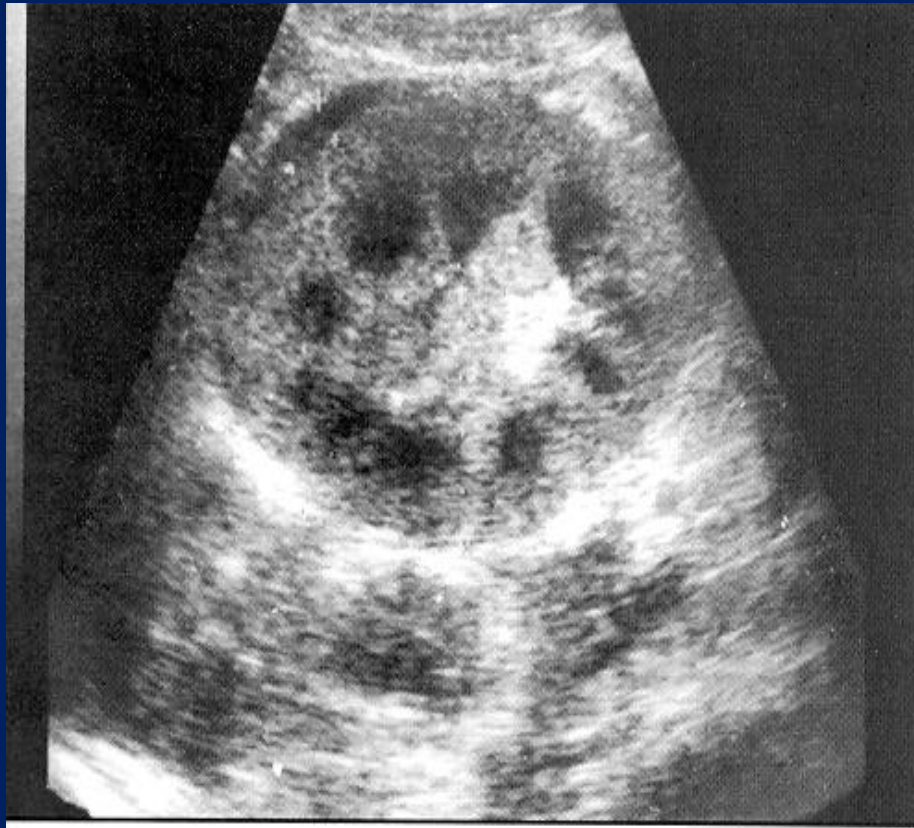


диффузные изменения
почек

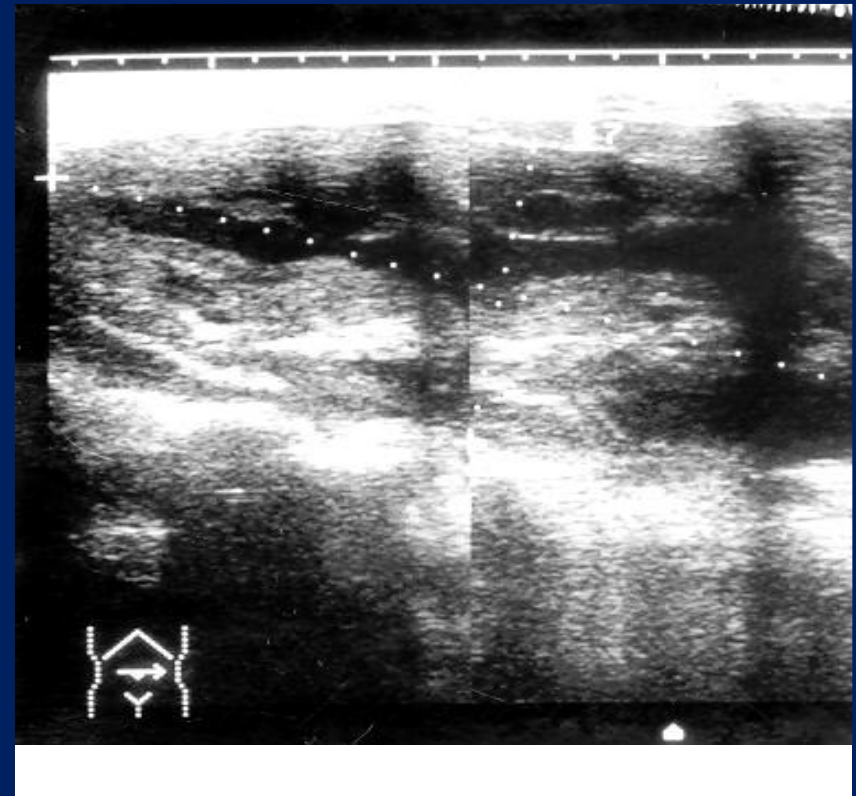


поликистоз почек

Ультразвуковое исследование почек

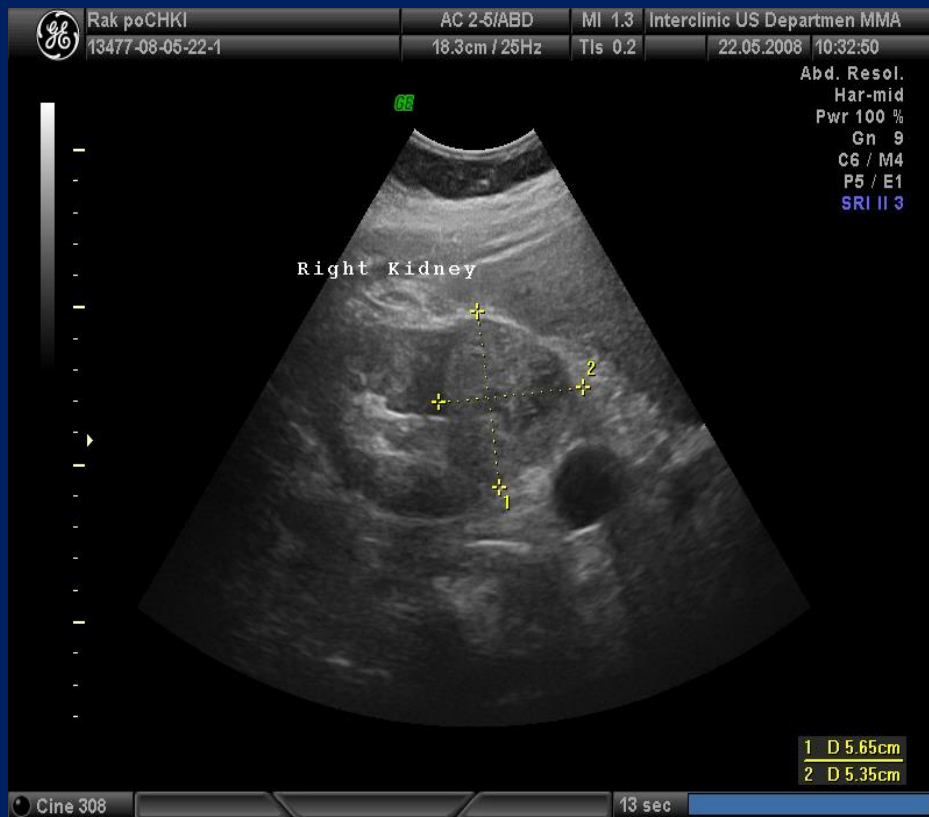


острый пиелонефрит



острая почечная
недостаточность

Ультразвуковое исследование почек



Опухоль почки

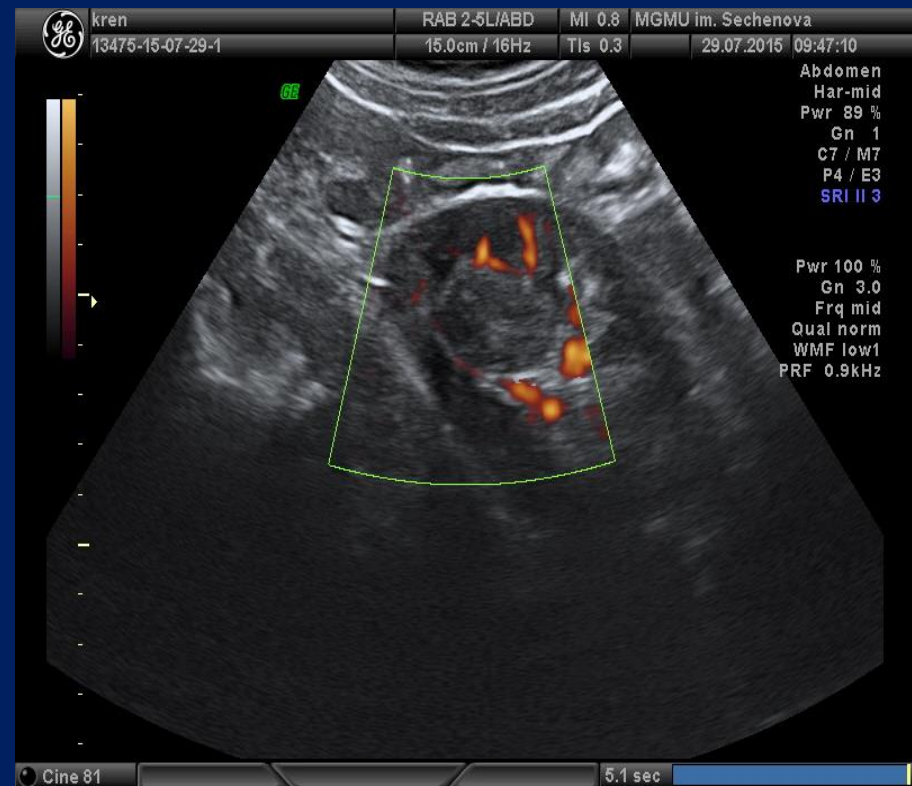


Опухоль почки

Ультразвуковое исследование почек



Опухоль почки



Опухоль почки при исследовании в режиме ЭД

Ультразвуковое исследование полых органов

- ◎ Оценка положения, формы, размеров и контуров органа или структуры
- ◎ Оценка внутреннего содержимого
- ◎ Оценка толщины стенки
- ◎ Оценка наличия пристеночных образований и их структура

Ультразвуковое исследование желчного пузыря



норма



дисформия

Ультразвуковое исследование желчного пузыря

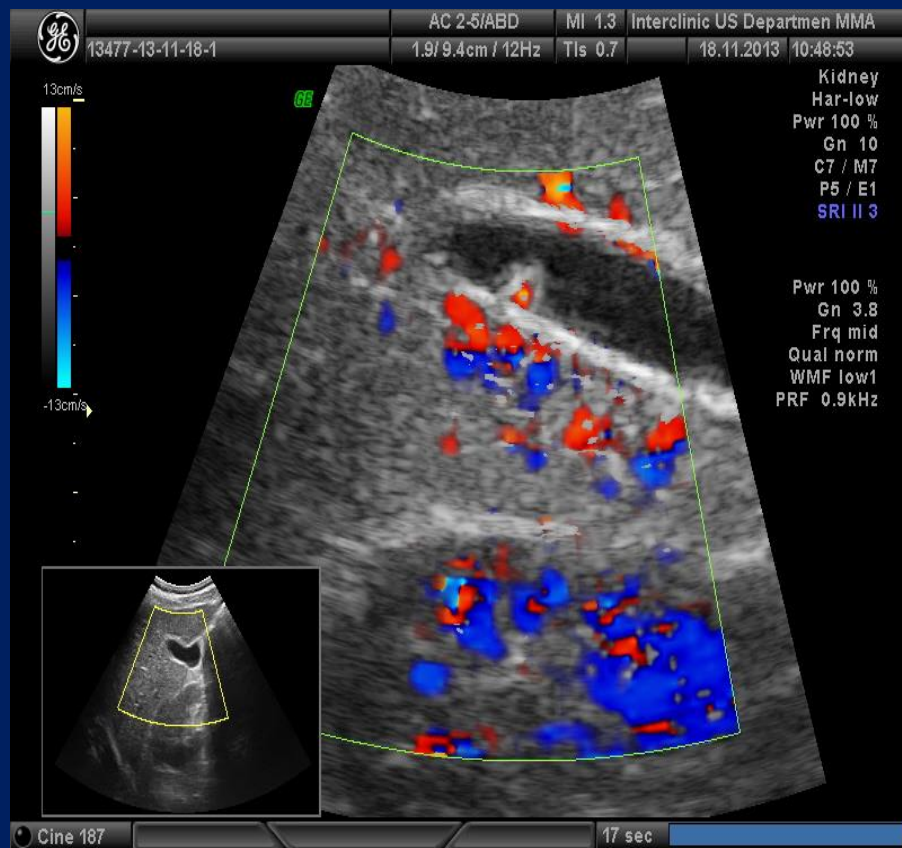


застойные изменения

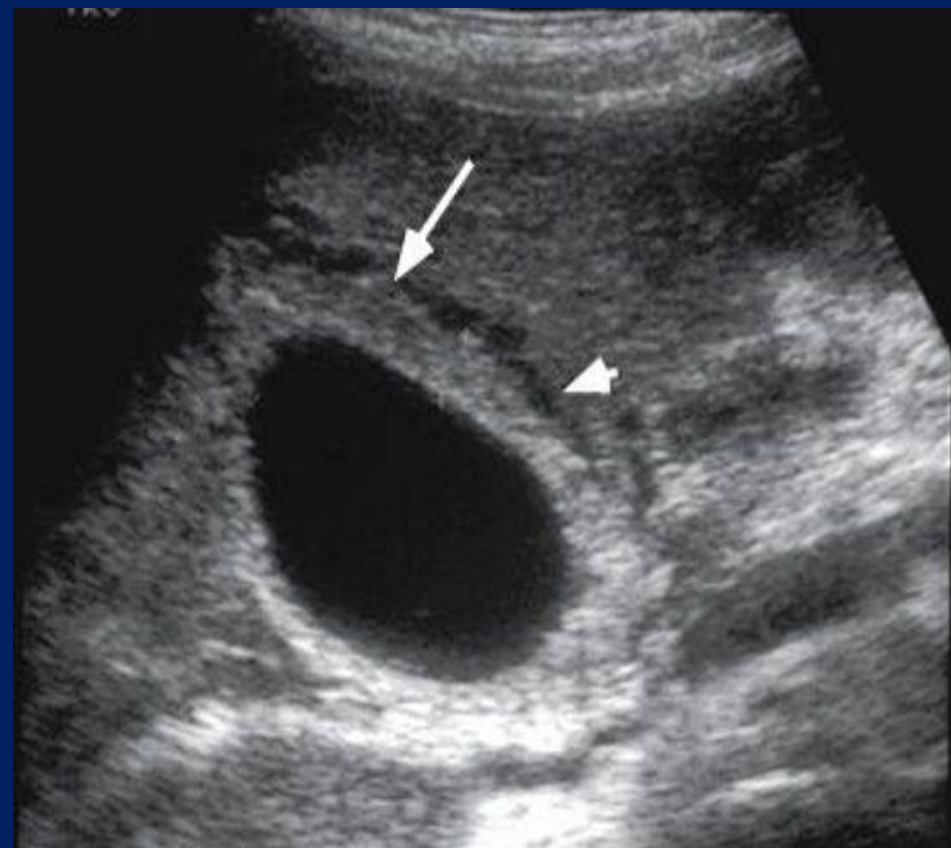


полип

Ультразвуковое исследование желчного пузыря



Полип



Острый холецистит

Ультразвуковое исследование желчного пузыря

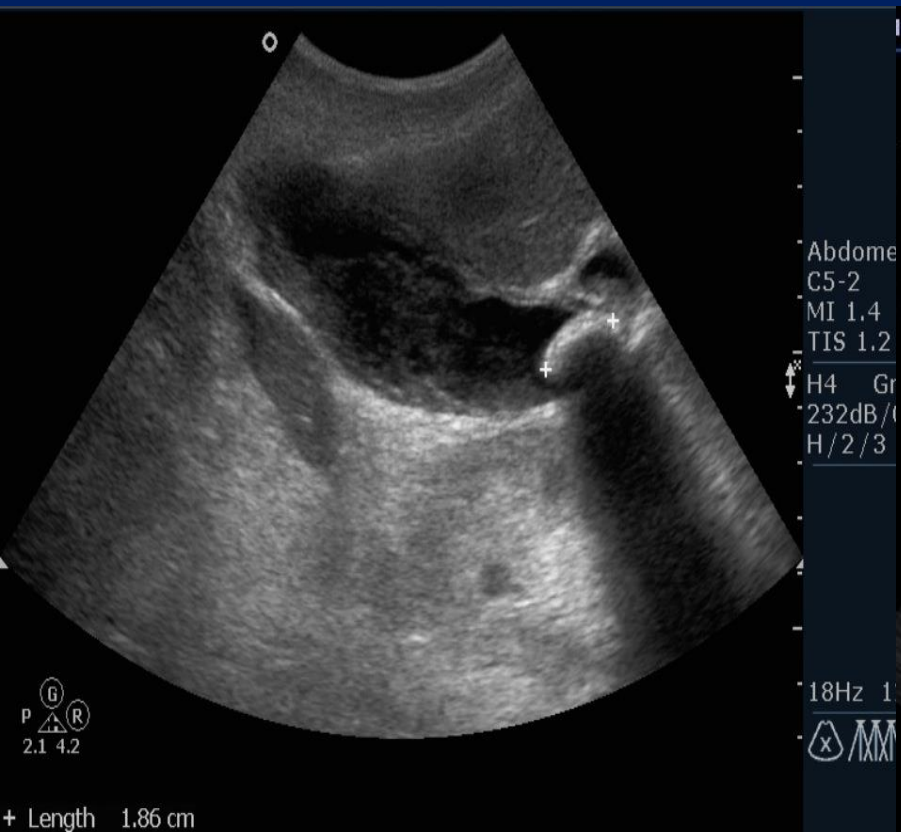


конкремент



**множественные
конкременты**

Ультразвуковое исследование желчного пузыря



**Конкремент в шейке
желчного пузыря**



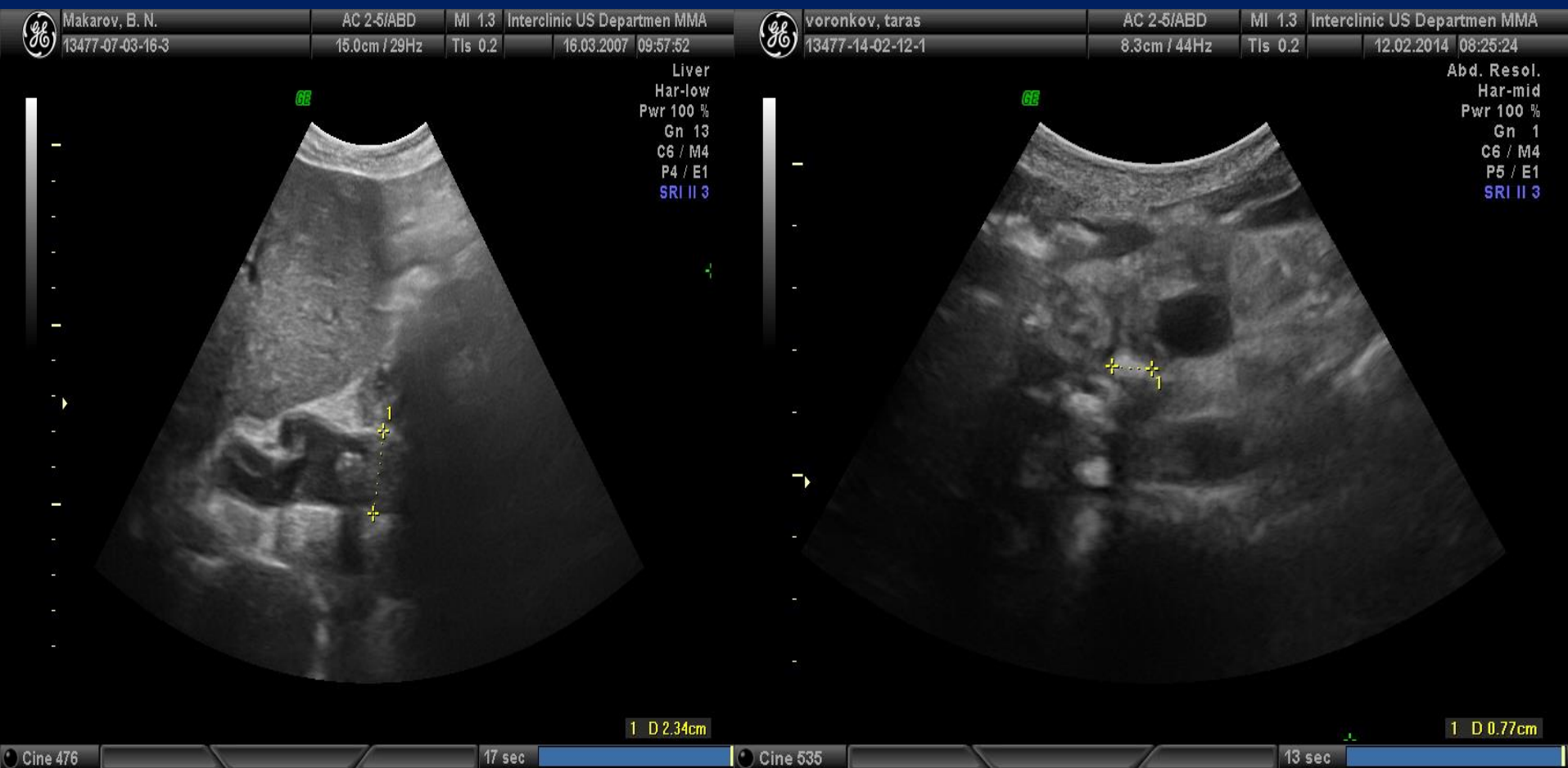
эмпиема

Ультразвуковое исследование желчных протоков



Билиарная гипертензия

Ультразвуковое исследование желчных протоков



Ультразвуковое исследование желудка

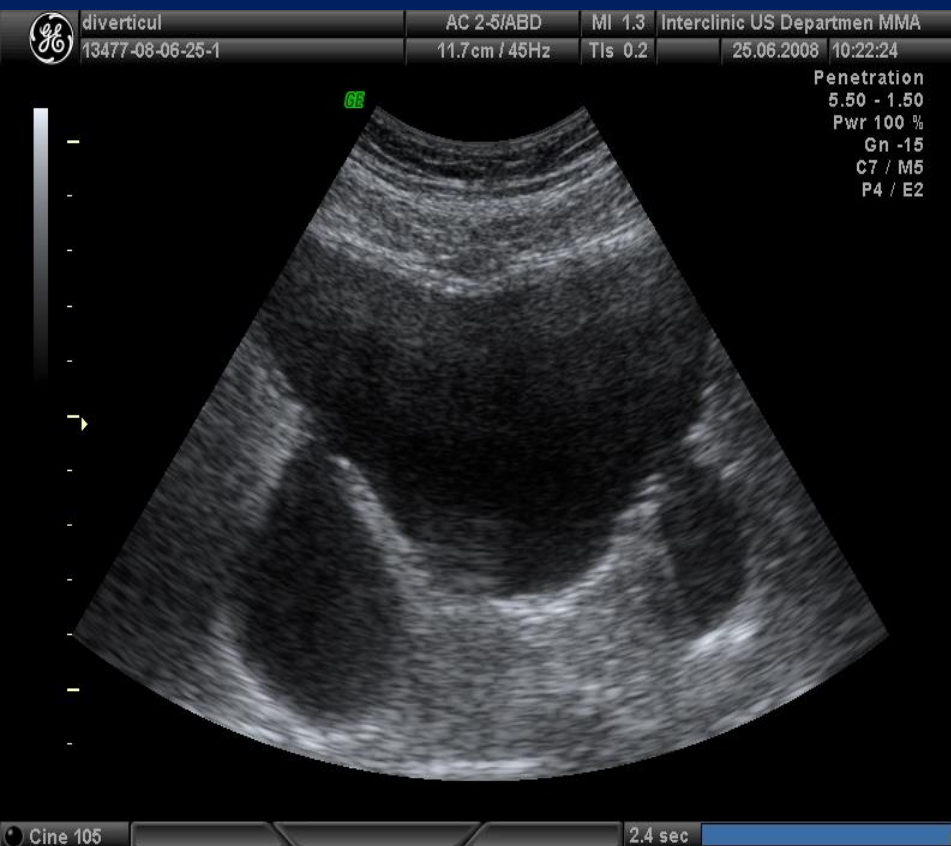


леймиома

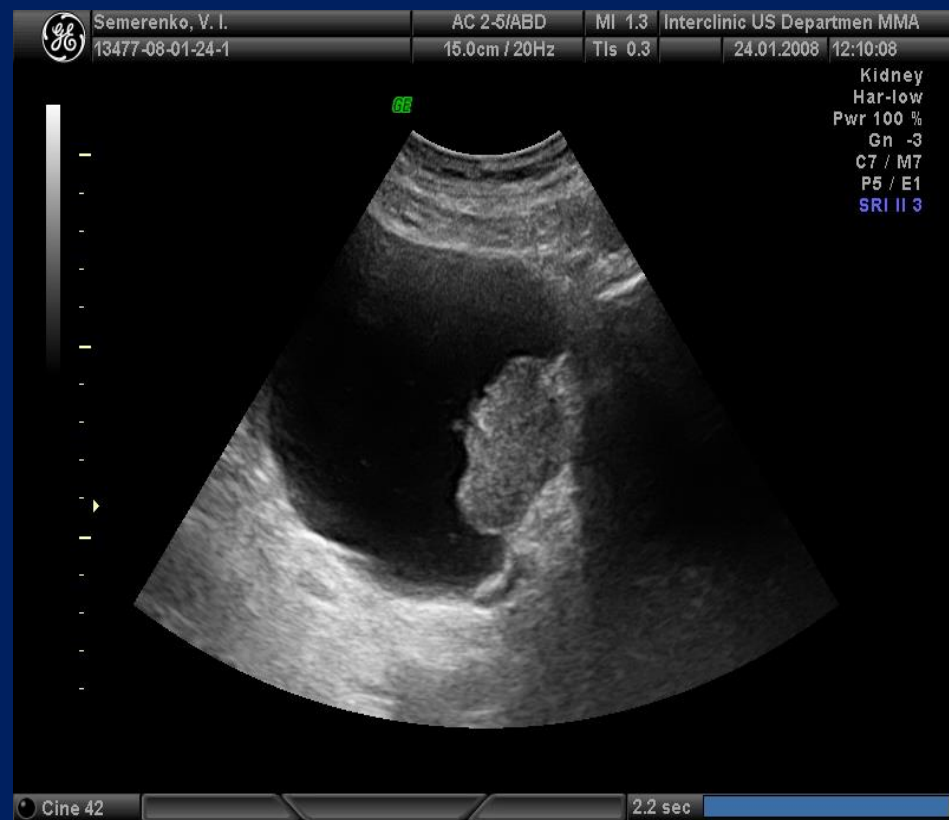


опухоль желудка

Ультразвуковое исследование мочевого пузыря



дивертикул



опухоль

Ультразвуковое исследование щитовидной железы

Задачи исследования

- определение положения(обычное, смещенное, загрудинное, эктопия)
- определение размеров и объема
- оценка эхогенности
- оценка эхоструктуры (однородная, неоднородная)
- оценка васкуляризации
- характер изменений(диффузный, очаговый)
- количество образований, их структура, размеры, васкуляризация
- оценка регионарных лимфатических узлов

Ультразвуковое исследование щитовидной железы

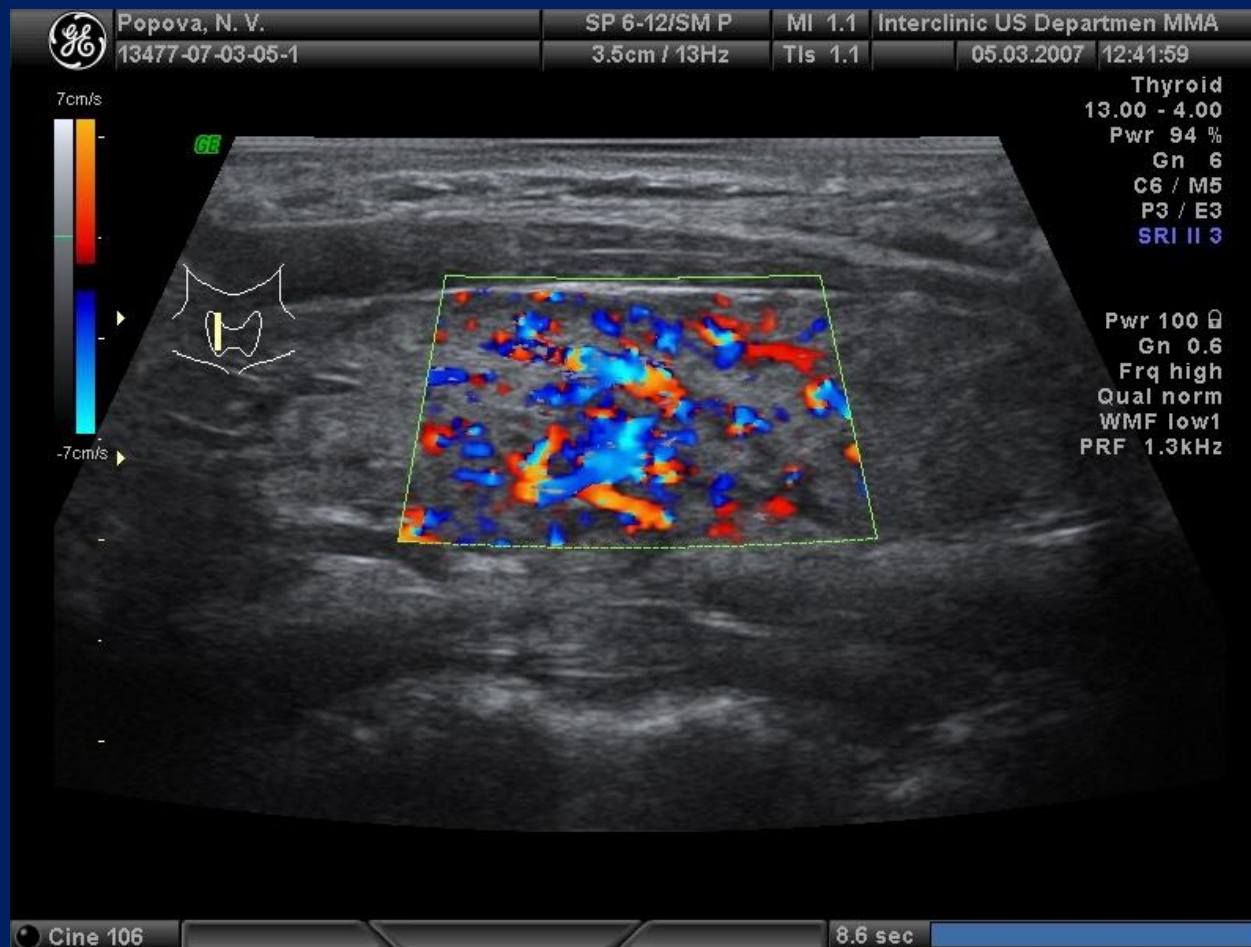


норма



диффузные изменения

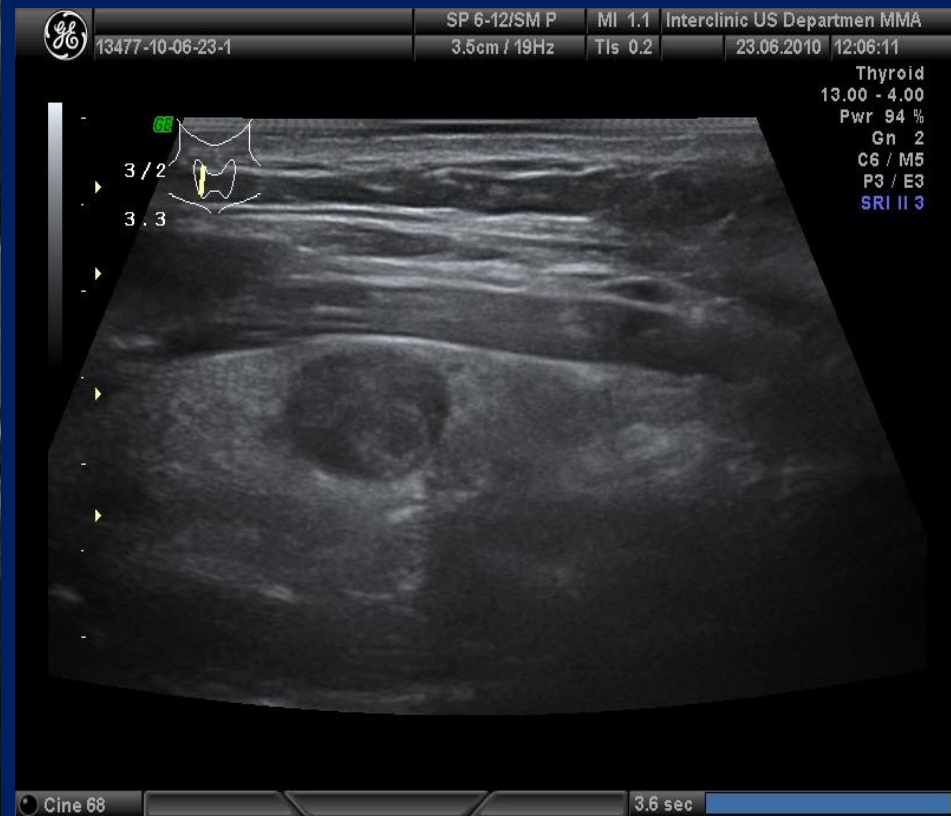
Ультразвуковое исследование щитовидной железы



Ультразвуковое исследование щитовидной железы

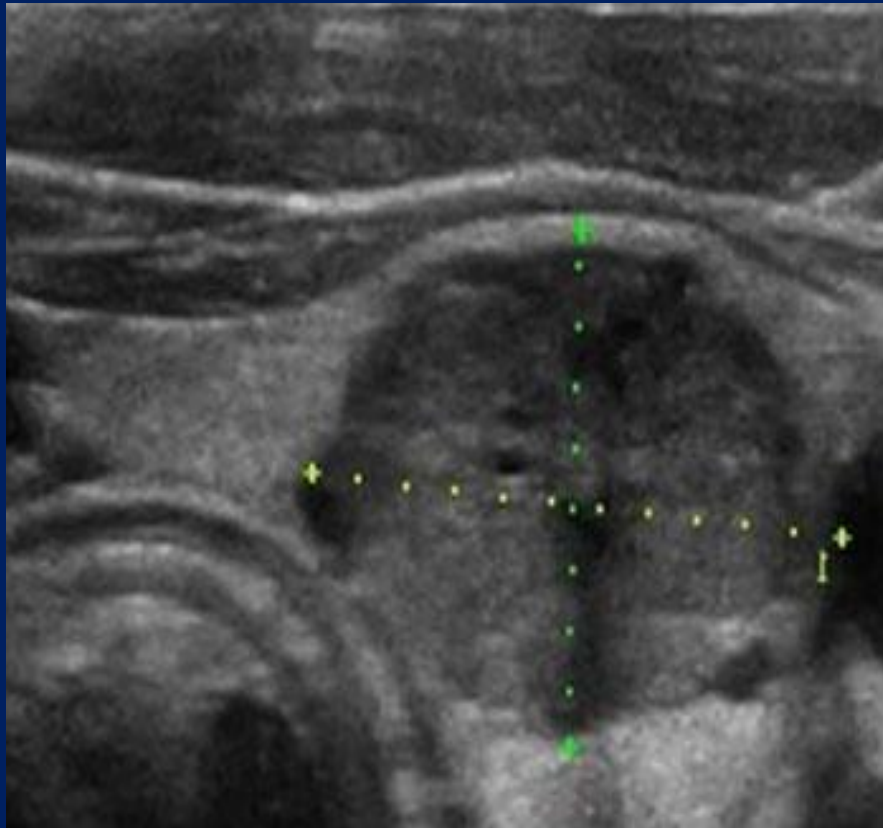


киста

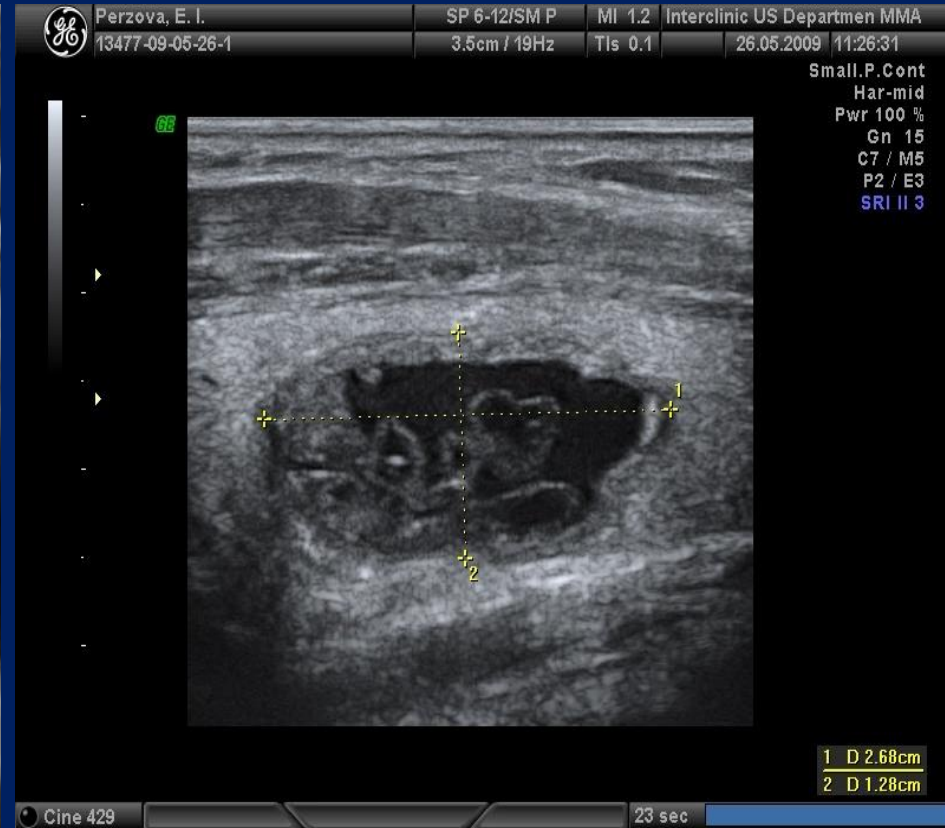


узловое образование

Ультразвуковое исследование щитовидной железы

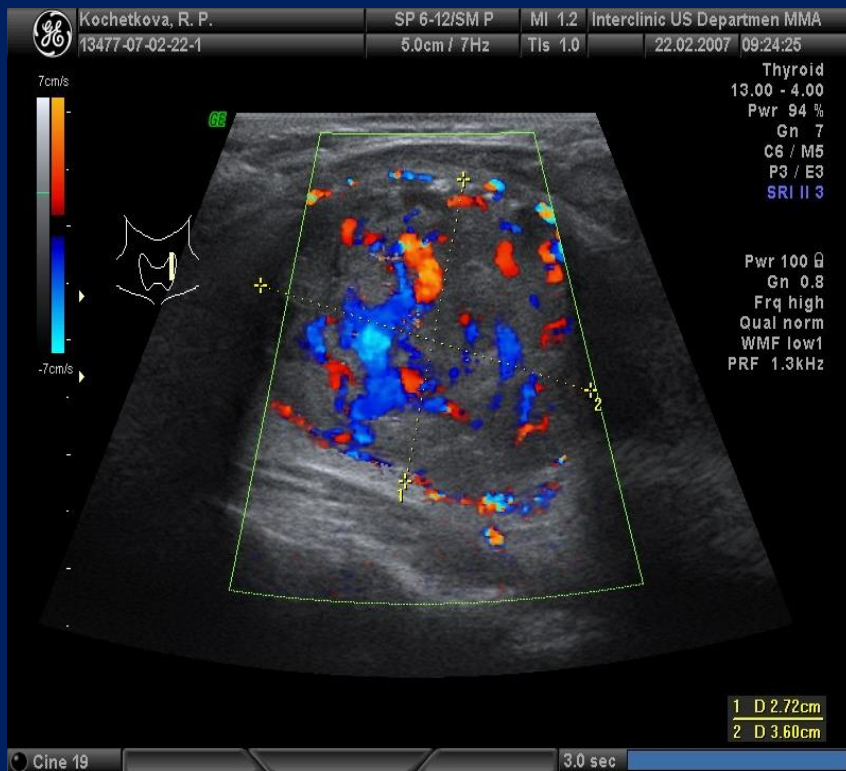


узловые образования

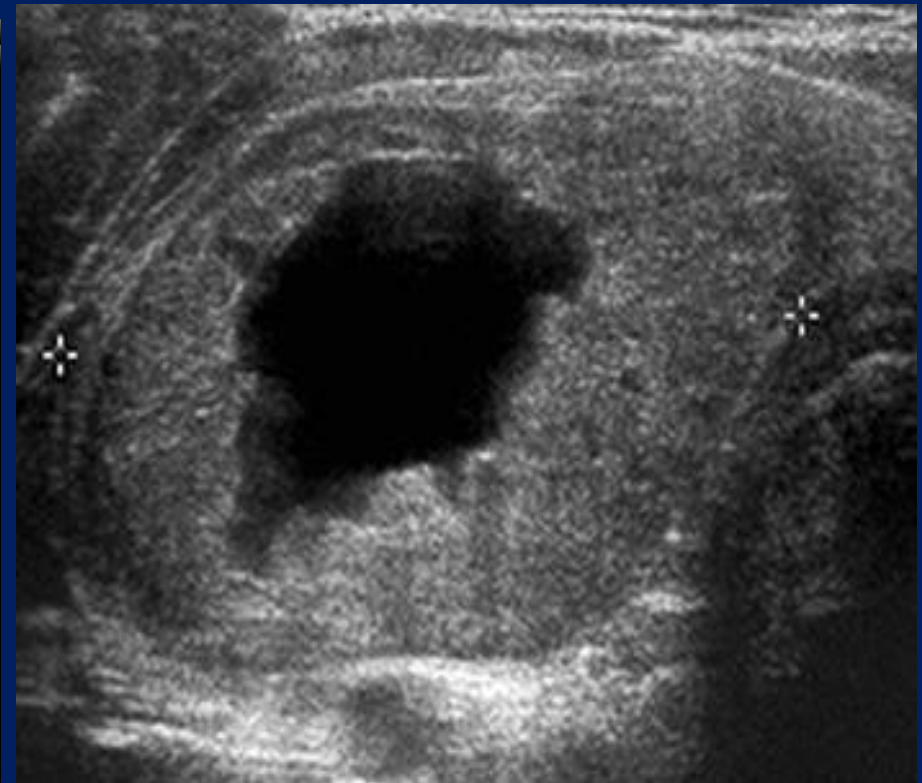


цистаденома

Ультразвуковое исследование щитовидной железы

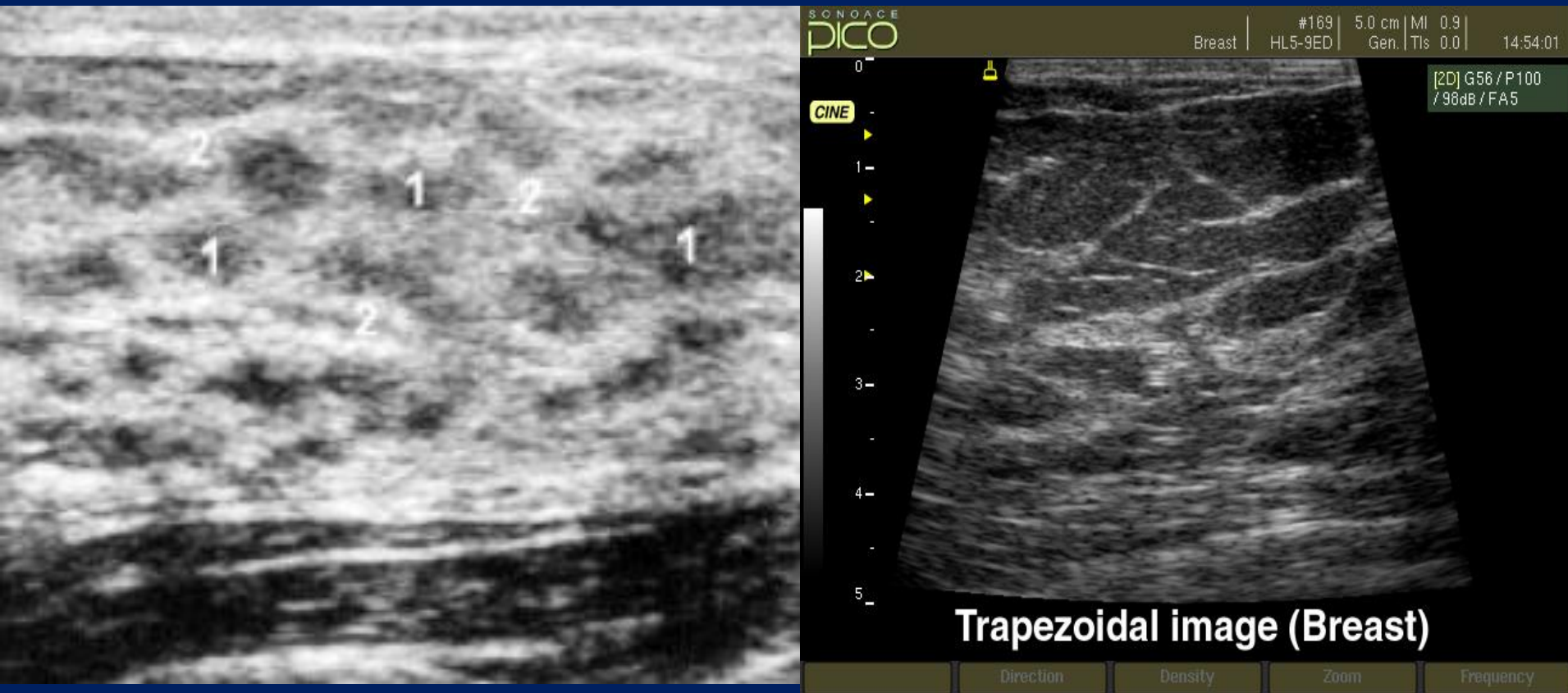


Васкуляризация узла



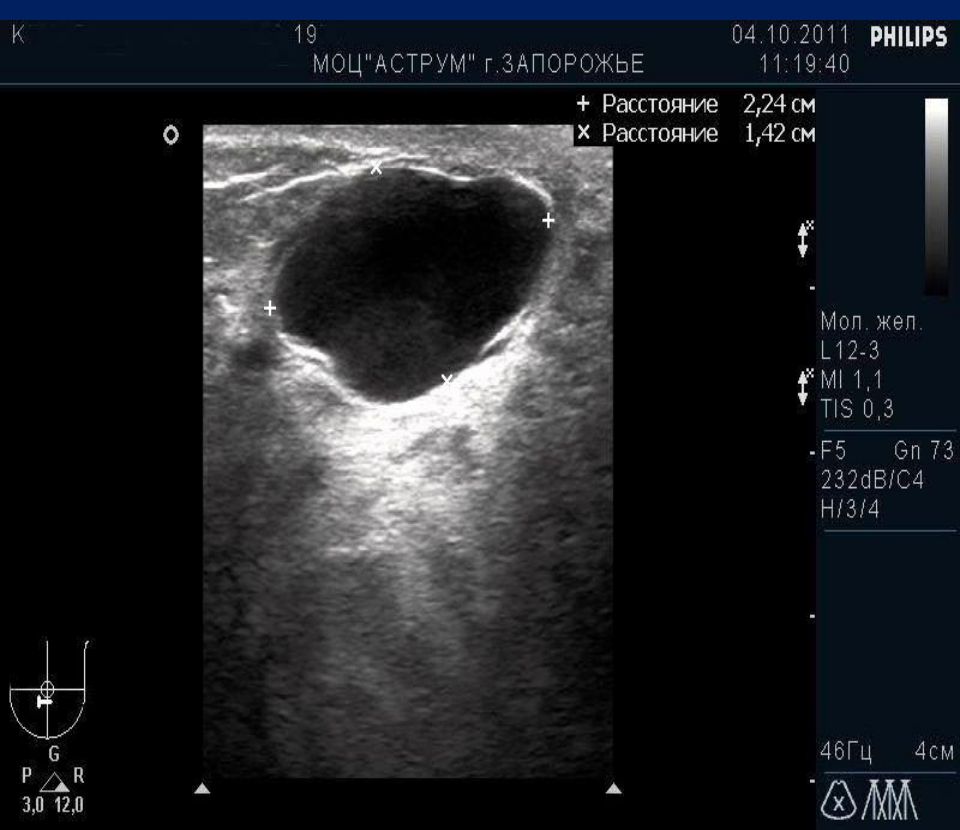
Деструкция узла

Ультразвуковое исследование молочной железы

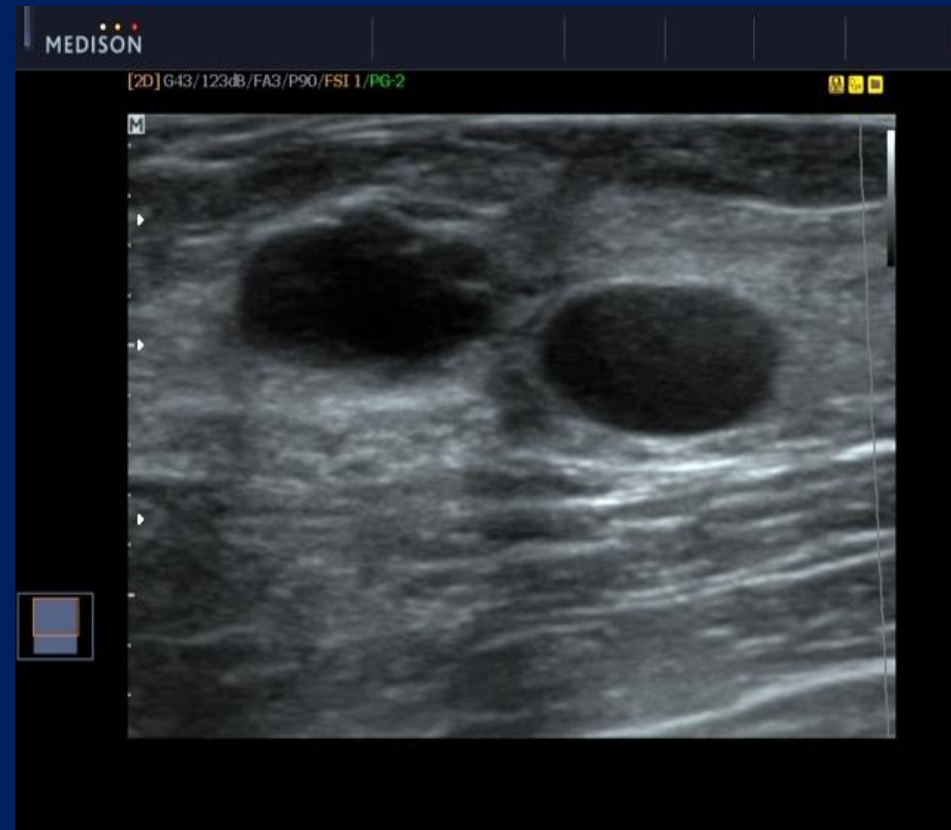


Жировая инволюция

Ультразвуковое исследование сосудов



КИСТА

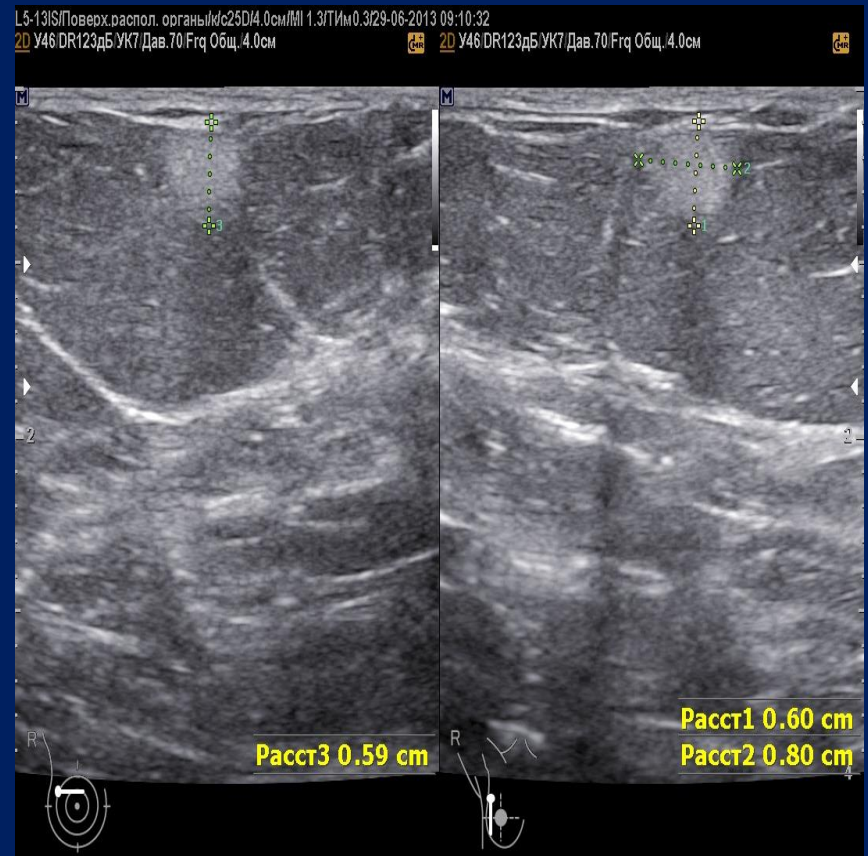


КИСТЫ

Ультразвуковое исследование молочной железы

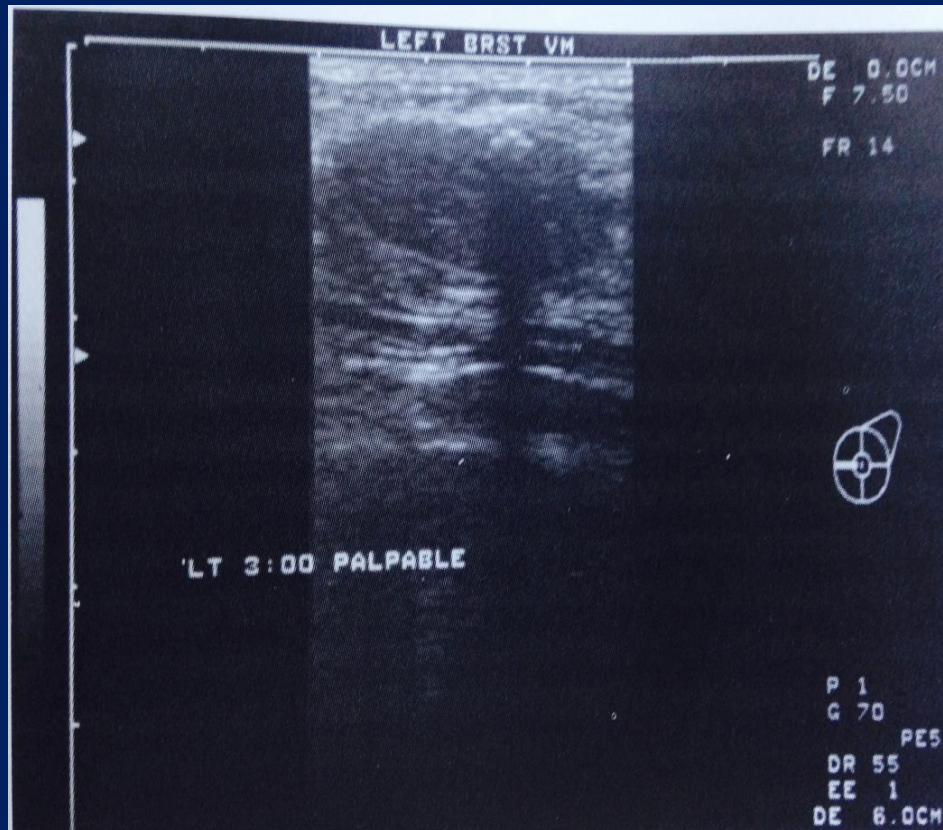


фиброаденома

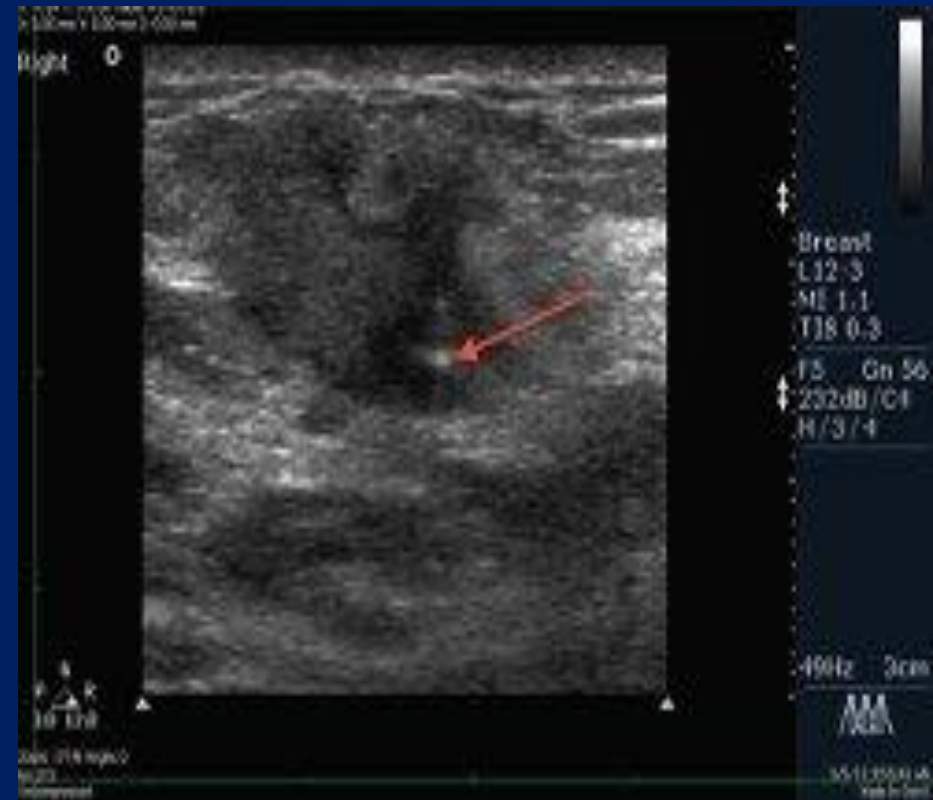


ЛИПОМЫ

Ультразвуковое исследование молочной железы

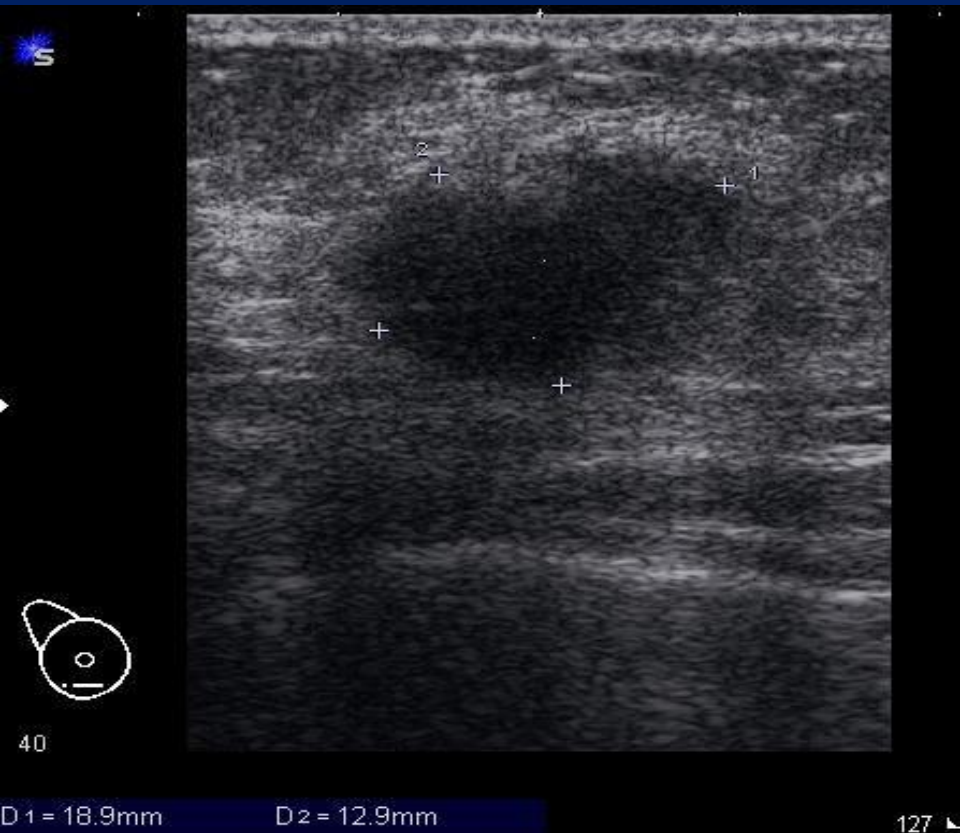


кальцинат



опухоль

Ультразвуковое исследование молочной железы

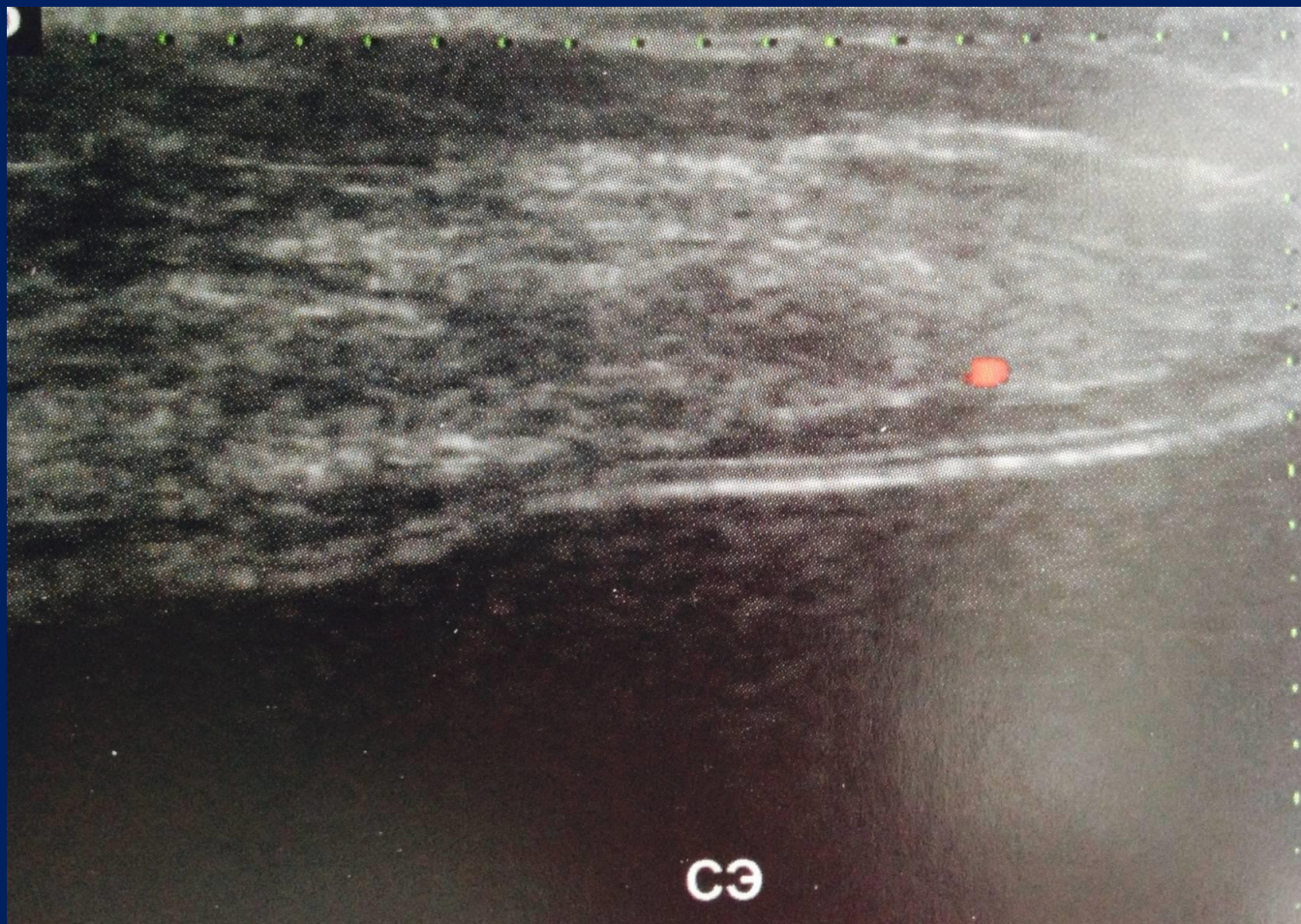


опухоль

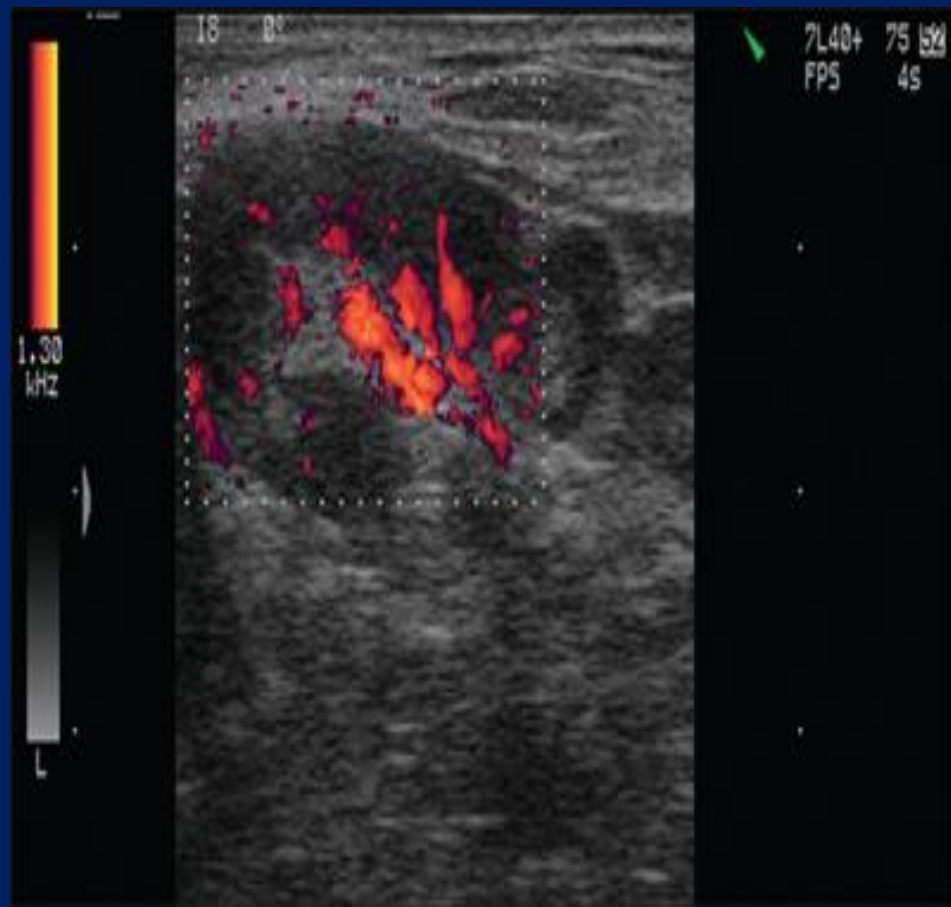


опухоль

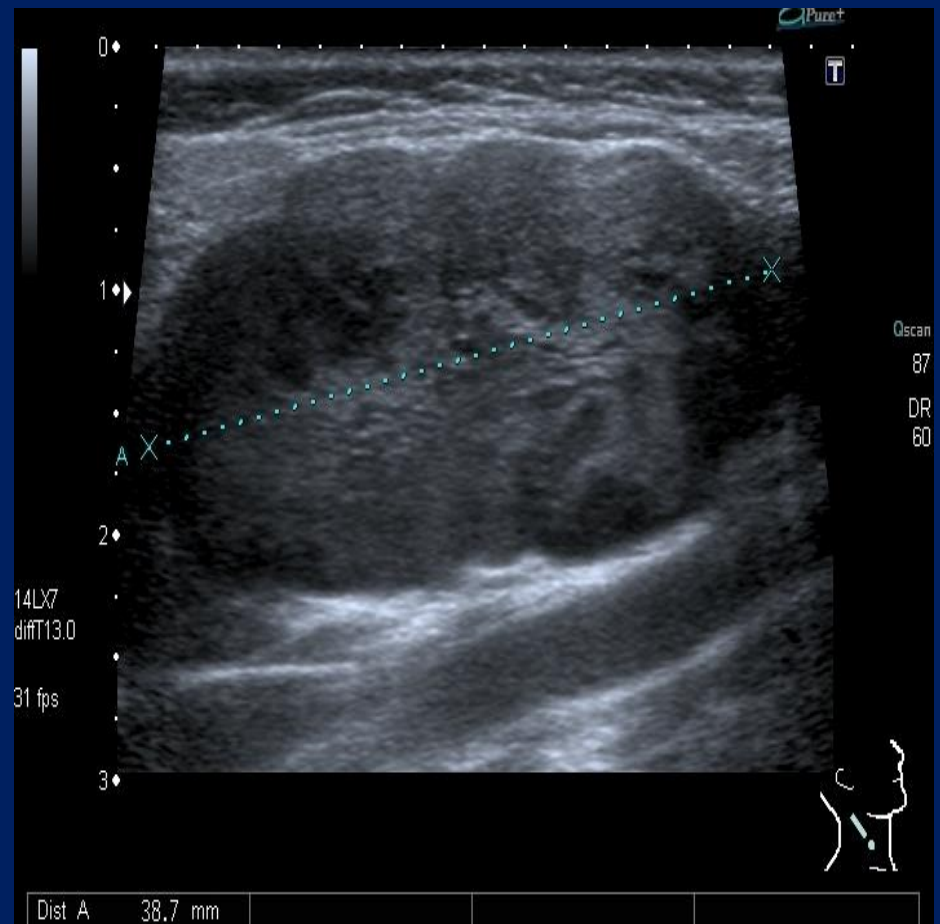
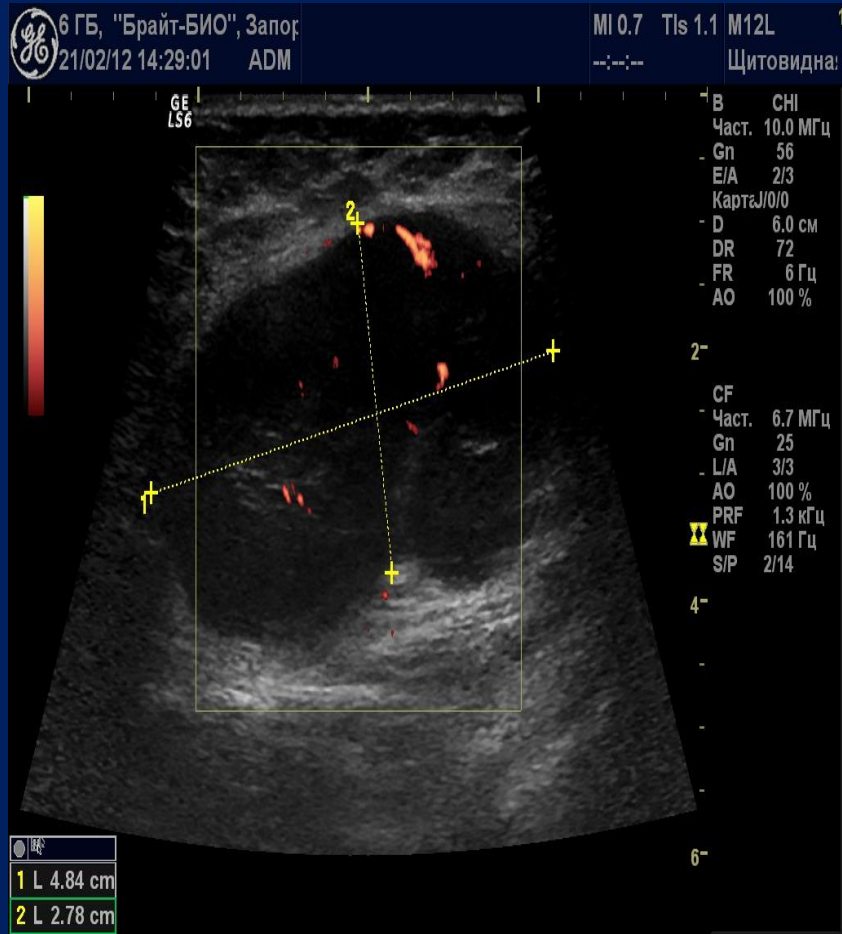
Ультразвуковое исследование МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ



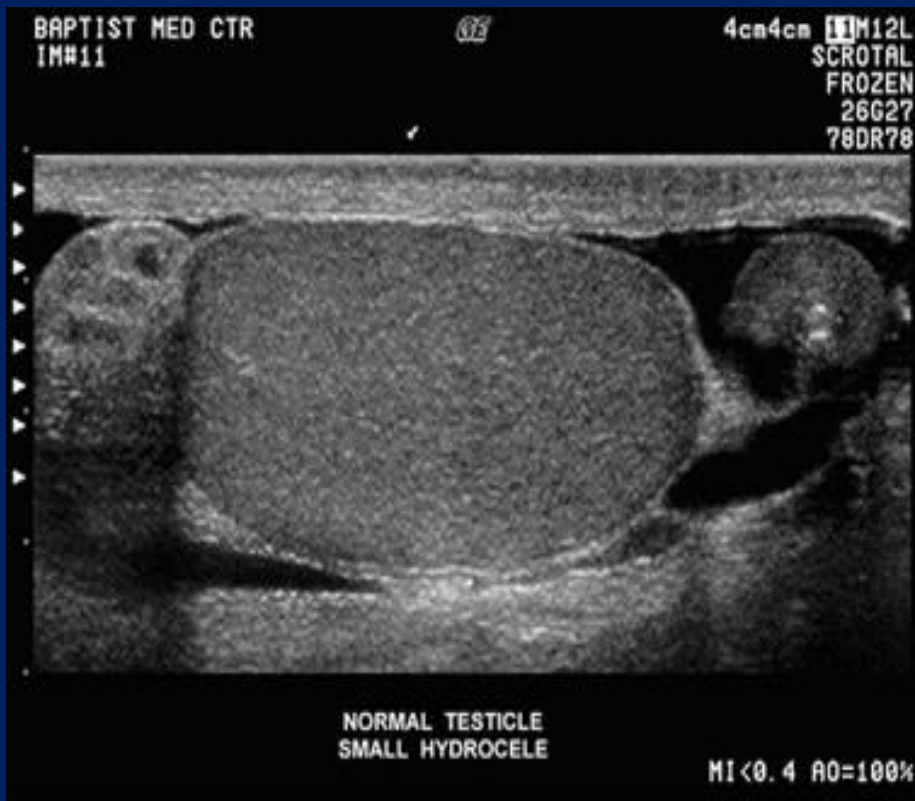
Ультразвуковое исследование лимфатических узлов



Ультразвуковое исследование лимфатических узлов



Ультразвуковое исследование органов МОШОНКИ



норма

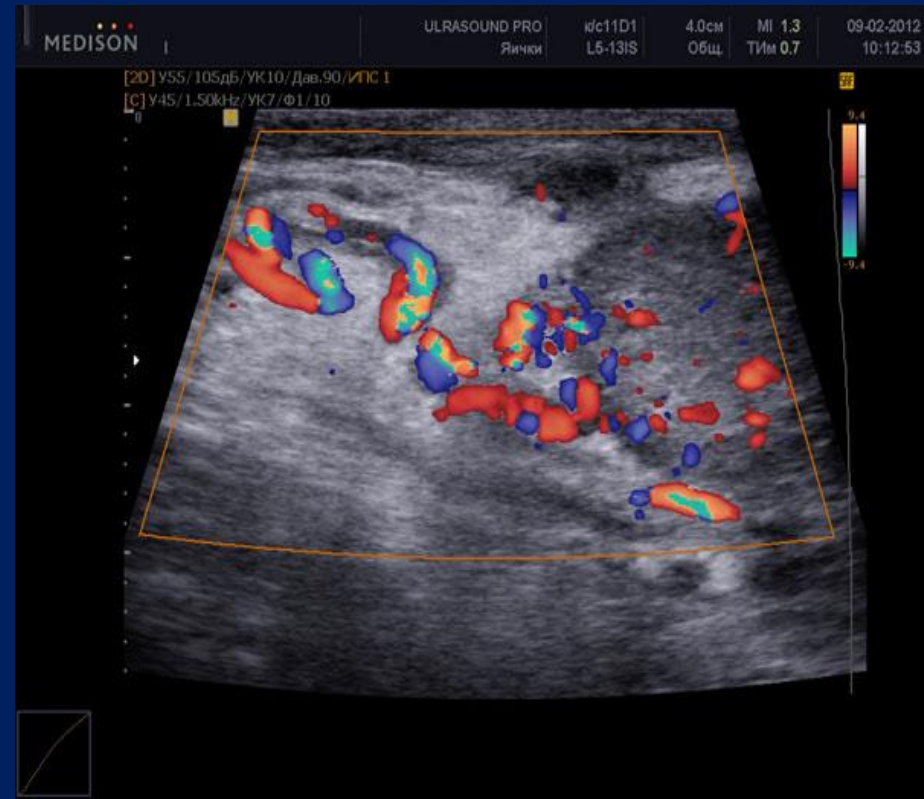


норма

Ультразвуковое исследование органов МОШОНКИ

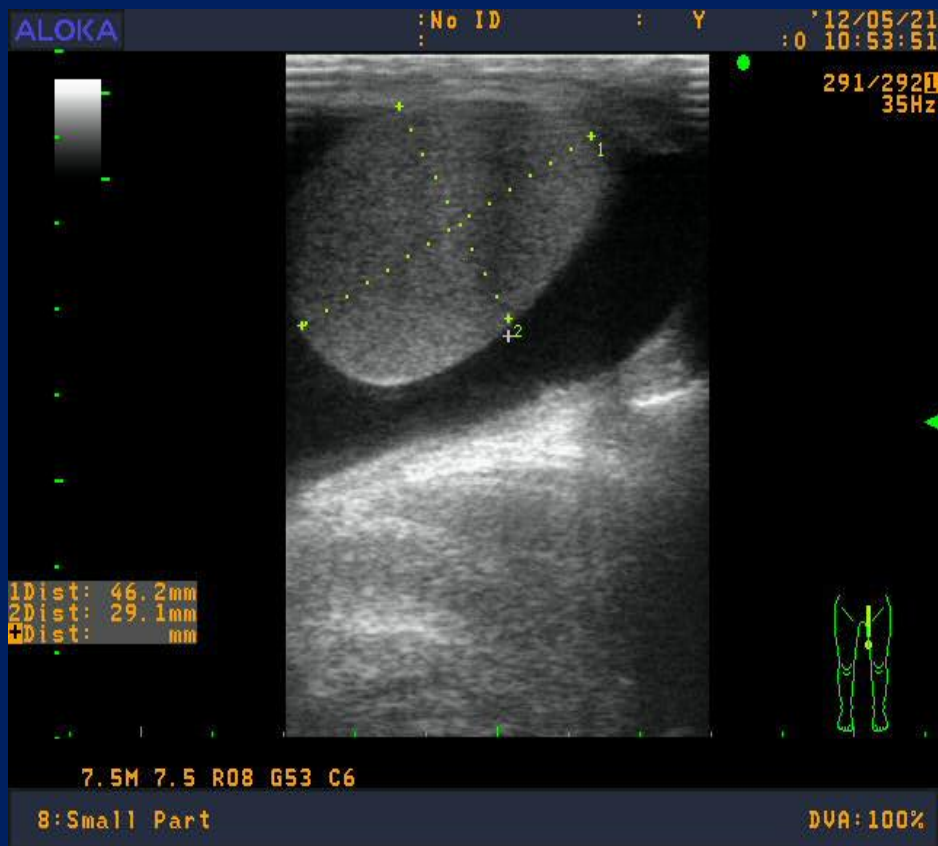


сосуды

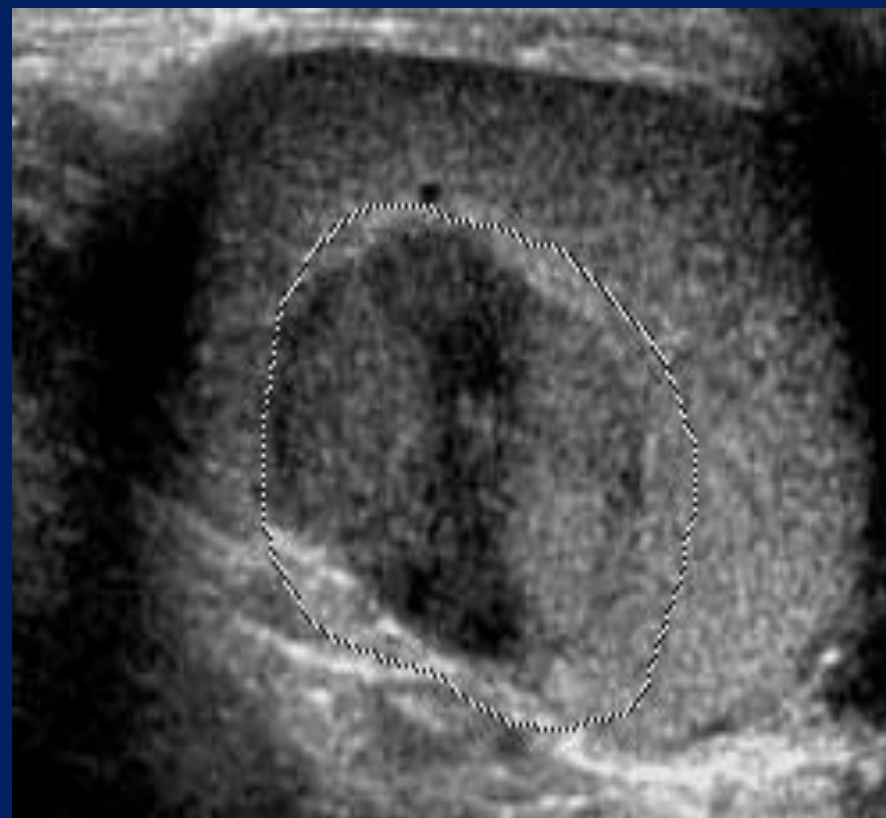


варикоцеле

Ультразвуковое исследование органов МОШОНКИ

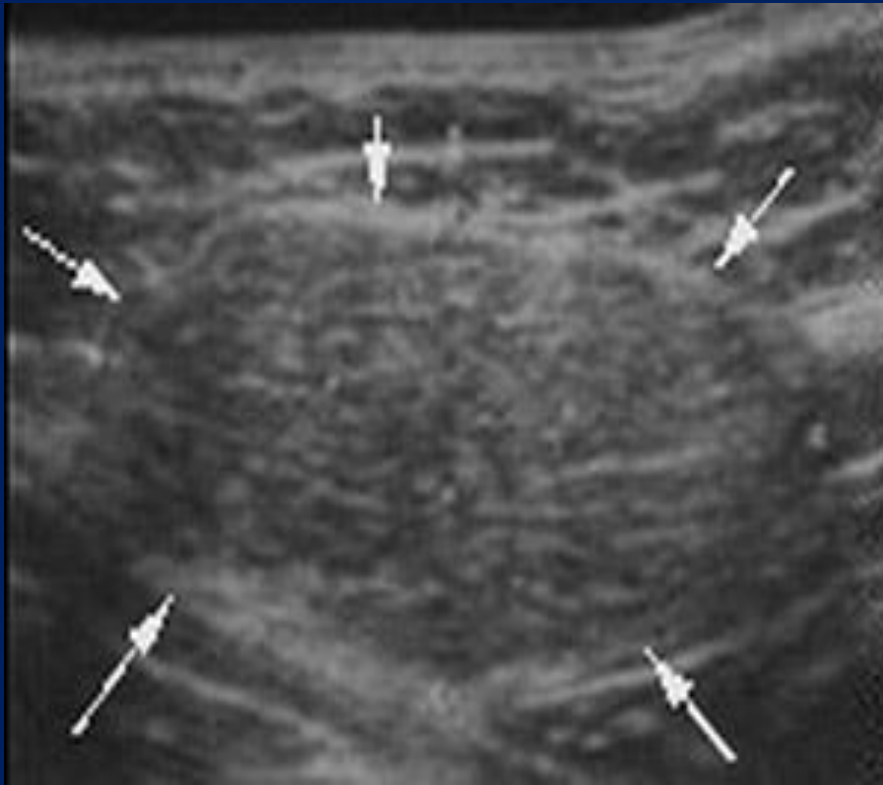


водянка

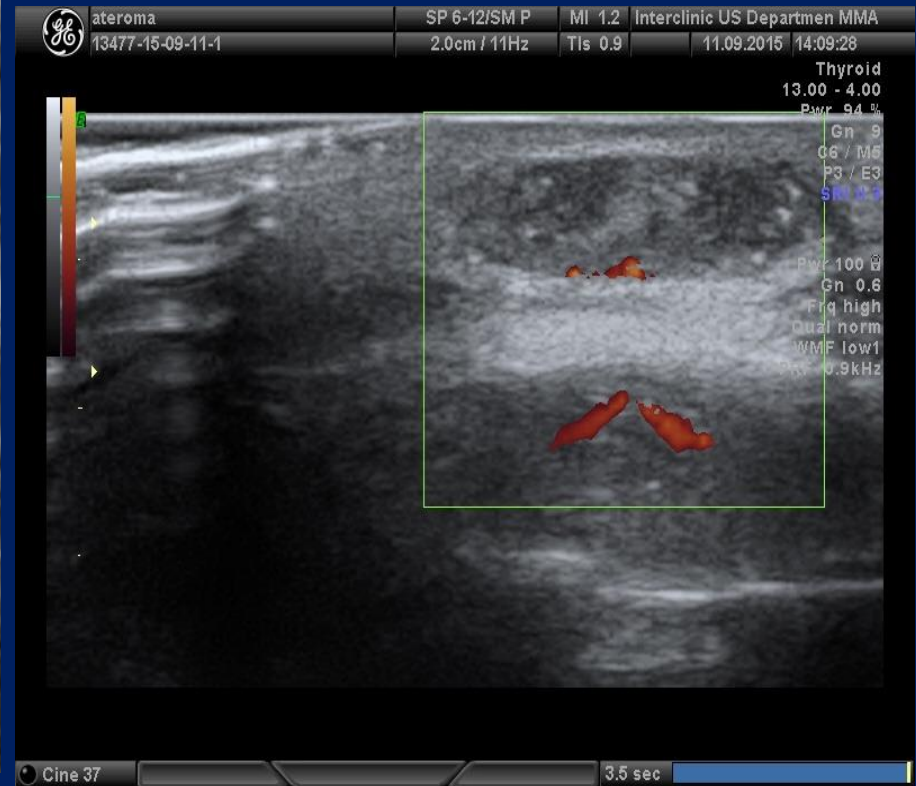


Опухоль яичка

Ультразвуковое исследование мягких тканей

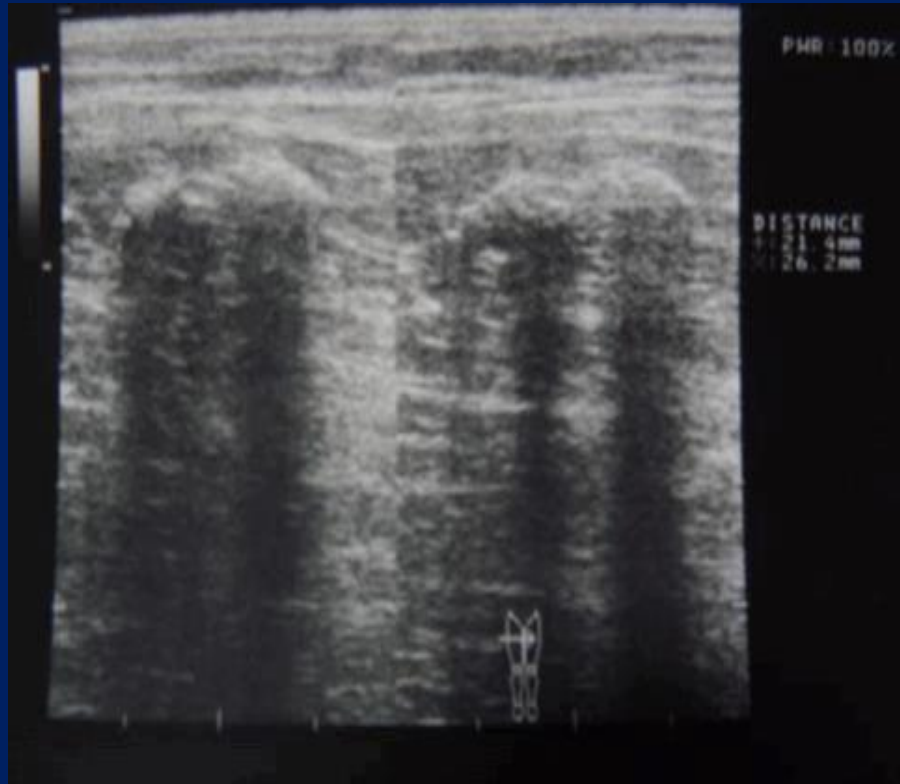


липома

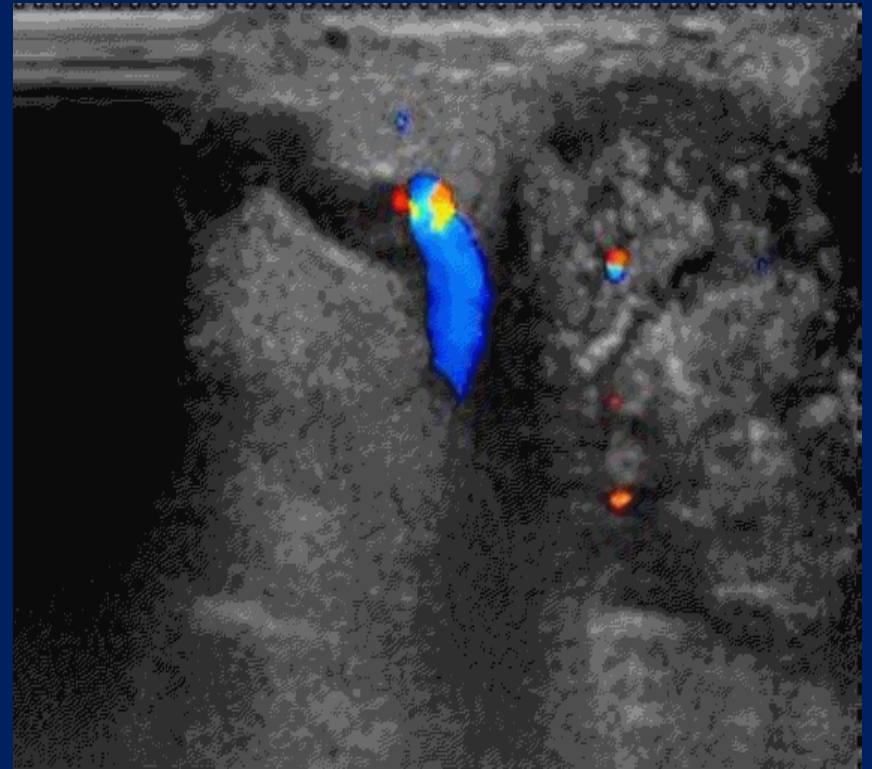


атерома

Ультразвуковое исследование мягких тканей



кальцинаты



нейросаркома

Ультразвуковое исследование мягких тканей



Недостатки ультразвукового исследования

- ◎ Самый большой недостаток – зависимость от компетентности исследователя
- ◎ Зависимость от качества аппаратуры
- ◎ Зависимость от веса пациента

◎ СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!