

# Лучевые методы диагностики заболеваний органов дыхания

Выполнила: Киселева Мария  
Анатольевна ординатор-терапевт  
Кафедры поликлинической терапии  
с курсами клинической  
фармакологии и профилактической  
медицины ФПК и ПП

- Лучевое исследование является неотъемлемой составной частью комплексного обследования всех больных с торакальной патологией. Получаемые при этом данные в большинстве случаев оказываются решающими в установлении характера патологического процесса, а также в оценке его динамики и результатов лечения
- Обследование обычно начинается с рентгенологического исследования. На первом этапе применяются нативные, самые доступные методики: рентгенография, флюорография, рентгеноскопия, линейная томография.

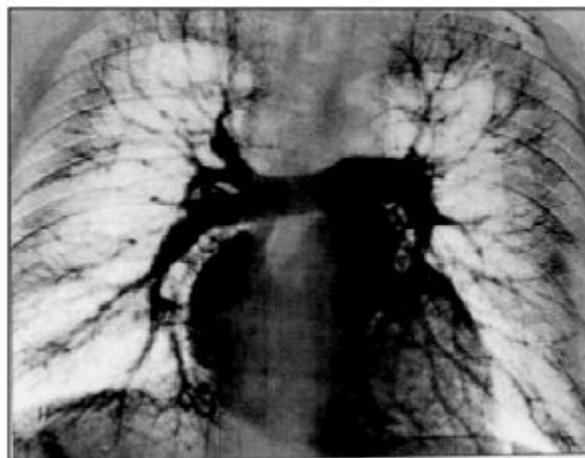
# Методы диагностики

- **Рентгенологические методы :**  
флюорография рентгенография ,  
рентгеноскопия, линейная томография,  
компьютерная томография ,  
бронхография, ангиопульмонография
- **Диагностический пневмоторакс**
- **Рентгенопневмополиграфия**
- **Радионуклидные методы**  
(сцинтиграфия)
- **УЗИ**
- **МРТ**

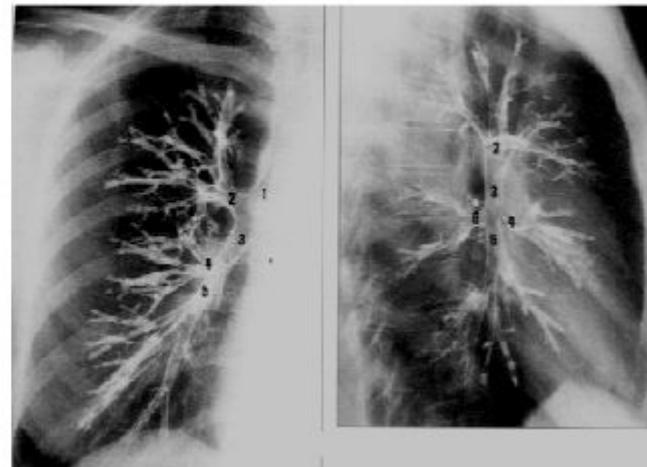
Рентгенография



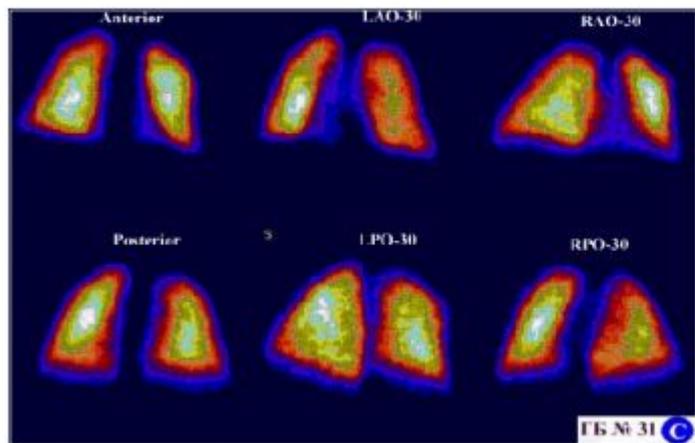
Ангиопульмонография



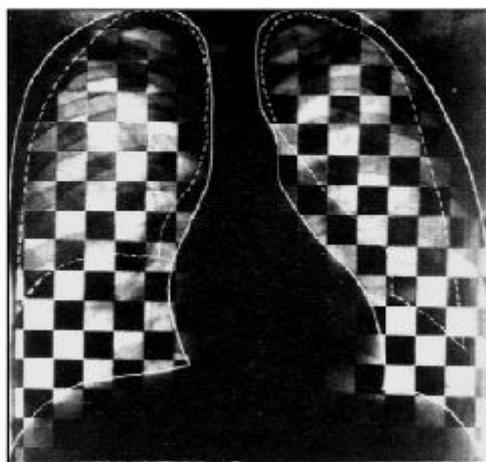
Бронхография



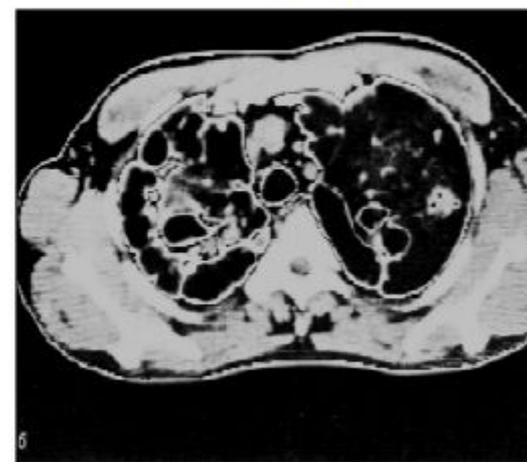
Перфузионная  
сцинтиграфия



Рентгенопневмо-  
полиграфия



Компьютерная  
томография



# Рентгенодиагностика

- Рентгеновское излучение представляет собой электромагнитные волны (поток квантов, фотонов), которые в общем спектре расположены между ультрафиолетовыми лучами и  $\gamma$ -лучами. Длина волны рентгеновских лучей ( $\lambda$ ) составляет от 10 нм до 0,005 нм ( $10^{-9}$

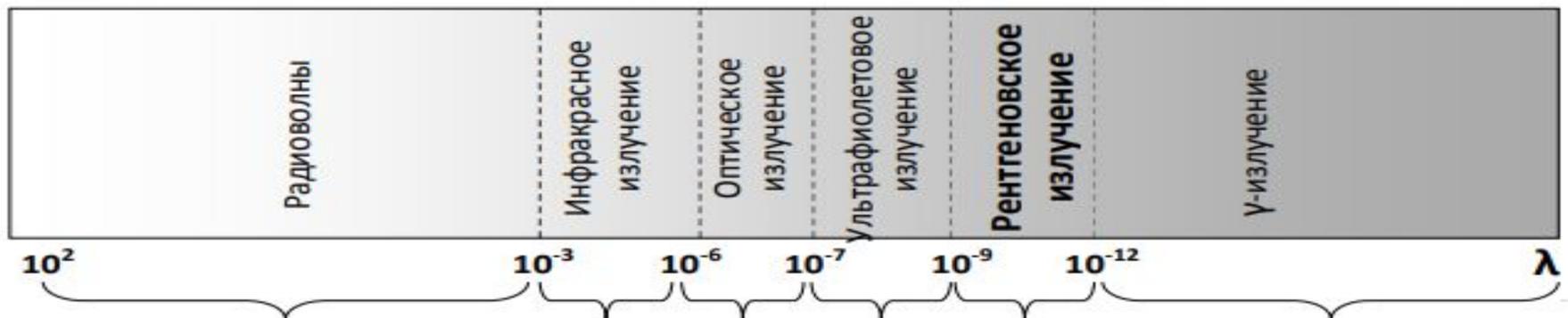
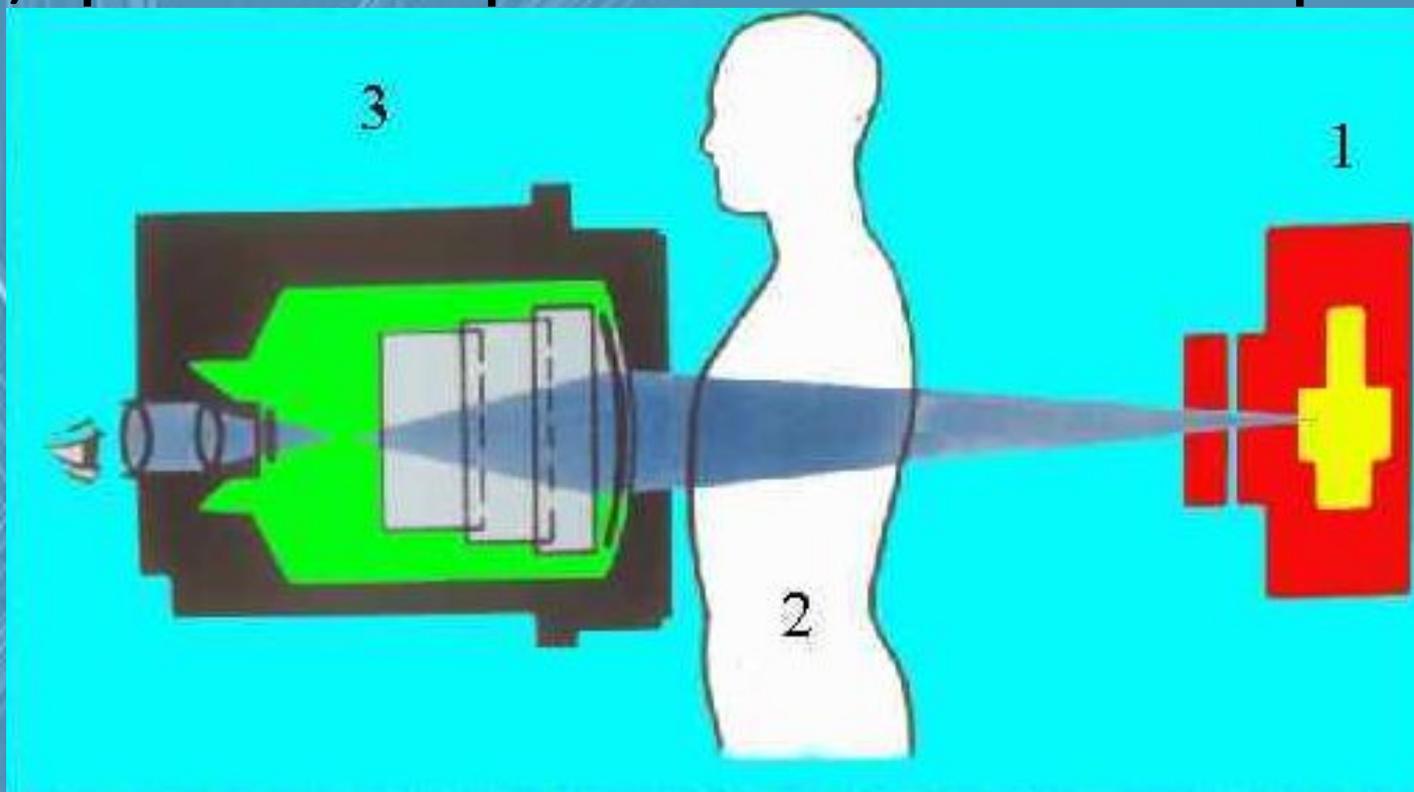


Рис. 3. Положение рентгеновского излучения в общем спектре электромагнитных излучений.

# Свойствами рентгеновских лучей:

- 1) **высокая проникающая способность;**
- 2) **поглощение и рассеивание;**
- 3) **прямолинейность распространения** – рентгеновское изображение всегда точно повторяет форму исследуемого объекта;
- 4) **способность вызывать флюоресценцию** (свечение) при прохождении через некоторые вещества – эти вещества называются люминофорами и они используются при проведении рентгеноскопии и флюорографии;
- 5) **фотохимическое действие** – как и видимый свет рентгеновские лучи, попадая на фотографическую эмульсию, способны воздействовать на нее, вызывая химическую реакцию восстановления серебра – на этом основана регистрация изображения на фоточувствительных материалах;
- 6) **ионизация веществ** – способность вызывать распад нейтральных атомов на положительные и отрицательные ионы;
- 7) **биологическое действие** – связано с ионизирующим действием рентгеновских лучей на ткани организма, этим определяется нежелательное, отрицательное воздействие на пациента, врача-рентгенолога и рентгенлаборанта;

- Любая рентгенодиагностическая система состоит из трех основных компонентов:
- 1) рентгеновской трубки
- 2) объекта исследования (пациента) и
- 3) приемника рентгеновского изображения



- Рентгеновское изображение создается в вакуумной трубке, которая состоит из

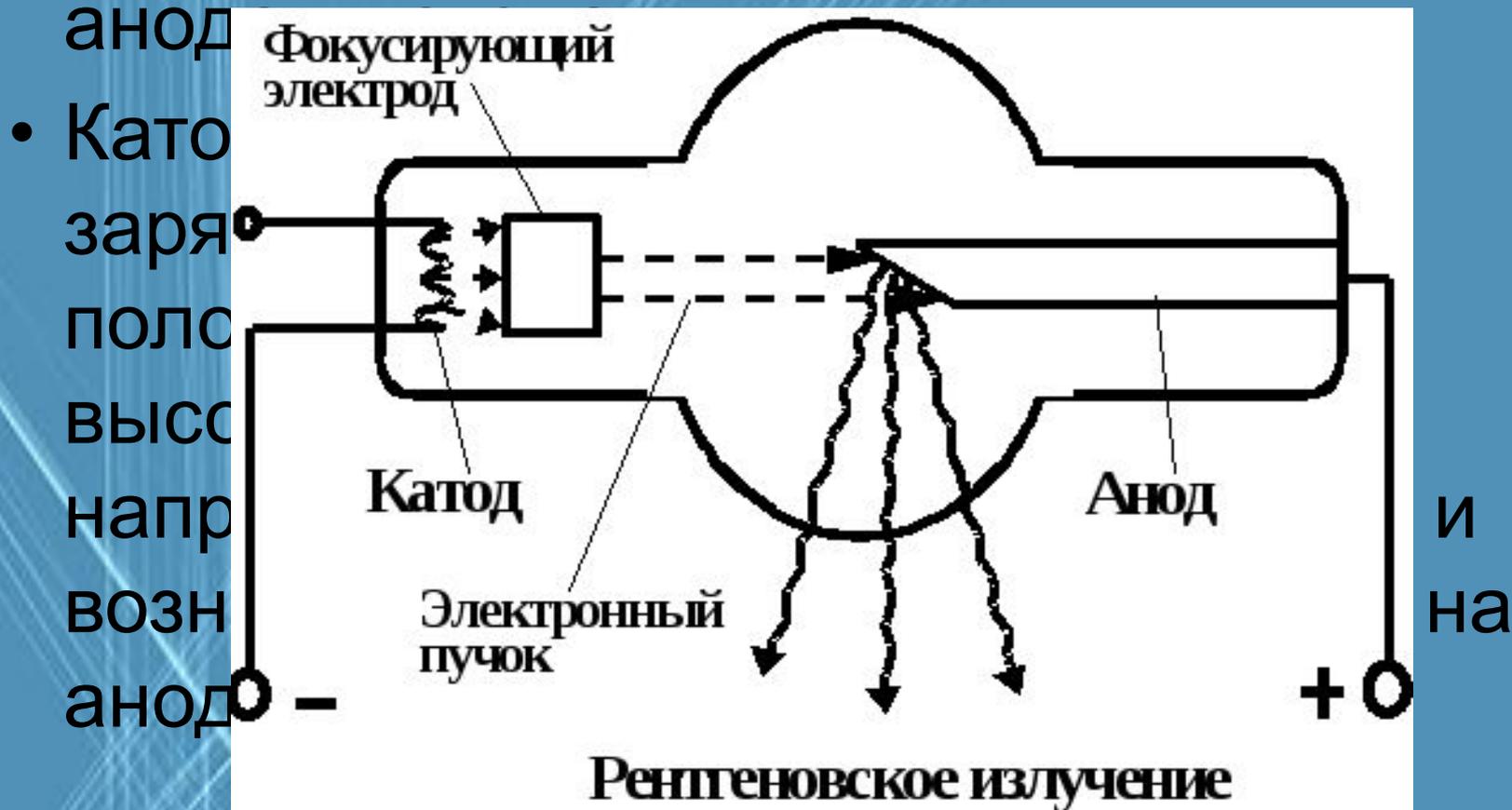


Рис.1.1

# В качестве приемника рентгеновского изображения используются:

- – флюоресцентный экран;
- – рентгеновская пленка;
- – специальные детекторы
- – цифровые электронные панели (при цифровой рентгенографии).

# Флюорография легких

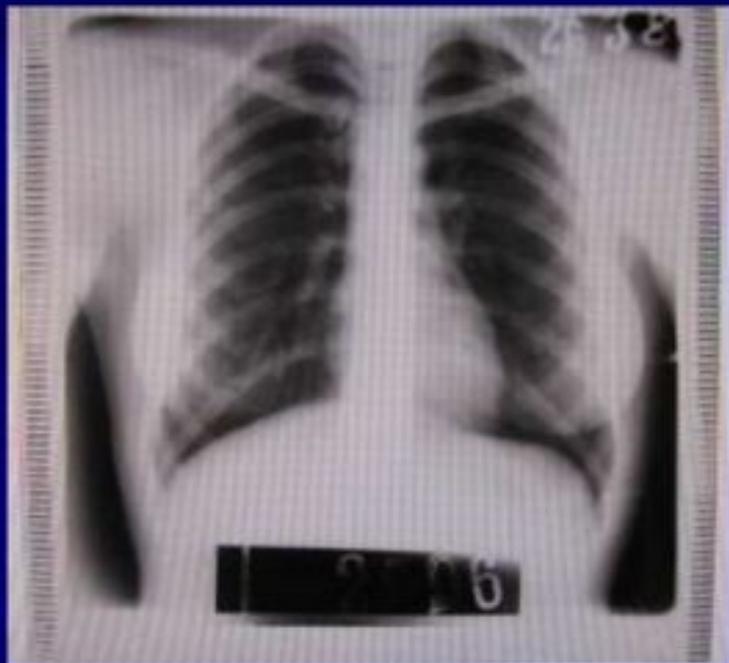
- Профилактический диагностический метод; применяют 1 раз в год у всего населения, начиная с 15 лет, для выявления туберкулёза, ранних форм рака и других заболеваний.
- Главное достоинство этой методики состоит в экономичности и высокой пропускной способности, достигающей 150 человек в час.
- методика рентгенологического исследования, при которой производят фотографирование изображения с флюоресцирующего экрана на пленку различного формата (70x70, 100x100 и 110x110 мм). Таким образом, при флюорографии изображение всегда уменьшено



- Доза радиации, которую человек за 1 процедуру флюорографии, сопоставима с дозой от природных источников излучения за 10 дней. Лучевая нагрузка от пленочных аппаратов 0,2–0,25 мЗв (миллизиверт), от цифровых меньше в 4–5 раз.
- Классический рентген облучает в 1,5 раза больше, потому не может применяться для профилактического обследования всего населения.

# Виды ФЛГ

- 1) Традиционная (пленчатая)
- 2) Цифровая- при таком способе обследования тонкий луч проходит линейно по очереди через всю диагностируемую область, а после, изображение реконструируется программным обеспечением и выводится на монитор компьютера.
- Стандартный цифровой вид, ничем не отличающийся от проведения пленчатой флюорографии. Происходит замена последнего этапа, который фиксируется не на пленку. Результат передается пациенту в цифровом виде.
- Подразумевает меньшее излучение, хотя на его обработку требуется больше времени.



Флюорограмма  
70x70



Цифровая флюорограмма

**Таблица 1.** Видимость нормальных анатомических структур на цифровых рентгенограммах, обзорных рентгенограммах 30 × 40 см, флюорограммах 100 × 100 и 70 × 70 мм

Нормальные анатомические структуры	Цифровая рентгенограмма	Обзорная рентгенограмма 30 × 40 см	Флюорограмма 100 × 100 мм	Флюорограмма 70 × 70 мм
Костные балки ребер и костей верхнего плечевого пояса	0	5	1	0
Контурное обызвествление хрящевой части ребер	1	5	3	0
Главная и добавочная междолевые щели	4	5	3	1
Кортикальный слой ребер	5	5	3	2
Купол диафрагмы, синусы	5	5	5	5
Легочный рисунок	5	5	4	4
Дуги средостения	5	4	4	3
Структуры корней	5	4	4	2
Мягкие ткани грудной стенки	5	4	2	1
Бифуркация трахеи	5	3	1	0
Грудные позвонки (за тенью аорты и сердца)	5	0	0	0
Сосуды легкого за тенью средостения (в паравертебральном пространстве)	5	0	0	0

# Преимущества цифровой ФЛГ

- – значительное снижение лучевой нагрузки на пациента (в несколько раз);
- – возможность компьютерной обработки и коррекции полученного изображения ( яркости и контрастности, подавления «шума», возможность увеличения изображения зоны интереса)
- – высокая производительность (отсутствует химическая обработка);
- – отсутствие контакта с химреактивами у медперсонала;
- – отсутствие пленочного архива;
- – отсутствие ошибок с идентификацией рентгенограмм и их повреждений;
- – быстрый поиск изображений в архиве;
- – возможность быстрой передачи изображения на значительные расстояния без потери качества, в том числе и другие учреждения, организация консультаций специалистов, которые находятся на значительном удалении (телемедицина).
- **Недостатком** цифровых систем является высокая стоимость и ремонт оборудования (особенно дорогостоящей является цифровая матрица).

# Рентгенография - самый распространенный и весьма информативный метод

- (греч. *graphein* - писать, изображать) - **исследования** рентгенологическое исследование, при котором получают рентгеновское изображение объекта, фиксированное на светочувствительном материале (прямая, традиционная рентгенография). В цифровых рентгеновских аппаратах изображение фиксируется на специальном устройстве, в дальнейшем «твердая» копия может быть получена на бумаге, мультимедийной пленке и цифровых носителях.

- **Рентгенография** (греч. *grearpho* - писать, изображать) - рентгенологическое исследование, при котором получают рентгеновское изображение объекта, фиксированное на светочувствительном материале (прямая, традиционная рентгенография). В цифровых рентгеновских аппаратах изображение фиксируется на специальном устройстве, в дальнейшем «твердая» копия может быть получена на бумаге, мультимедийной пленке и цифровых носителях.

# Варианты рентгенографии

- *Обзорная рентгенография*- получают изображение всего исследуемого органа или всей анатомической области.
- *Прицельная рентгенография* - позволяет избирательно фиксировать на носителе интересующий орган или его часть в той проекции, которая обеспечивает получение необходимого для диагностики оптимального изображения патологического очага.

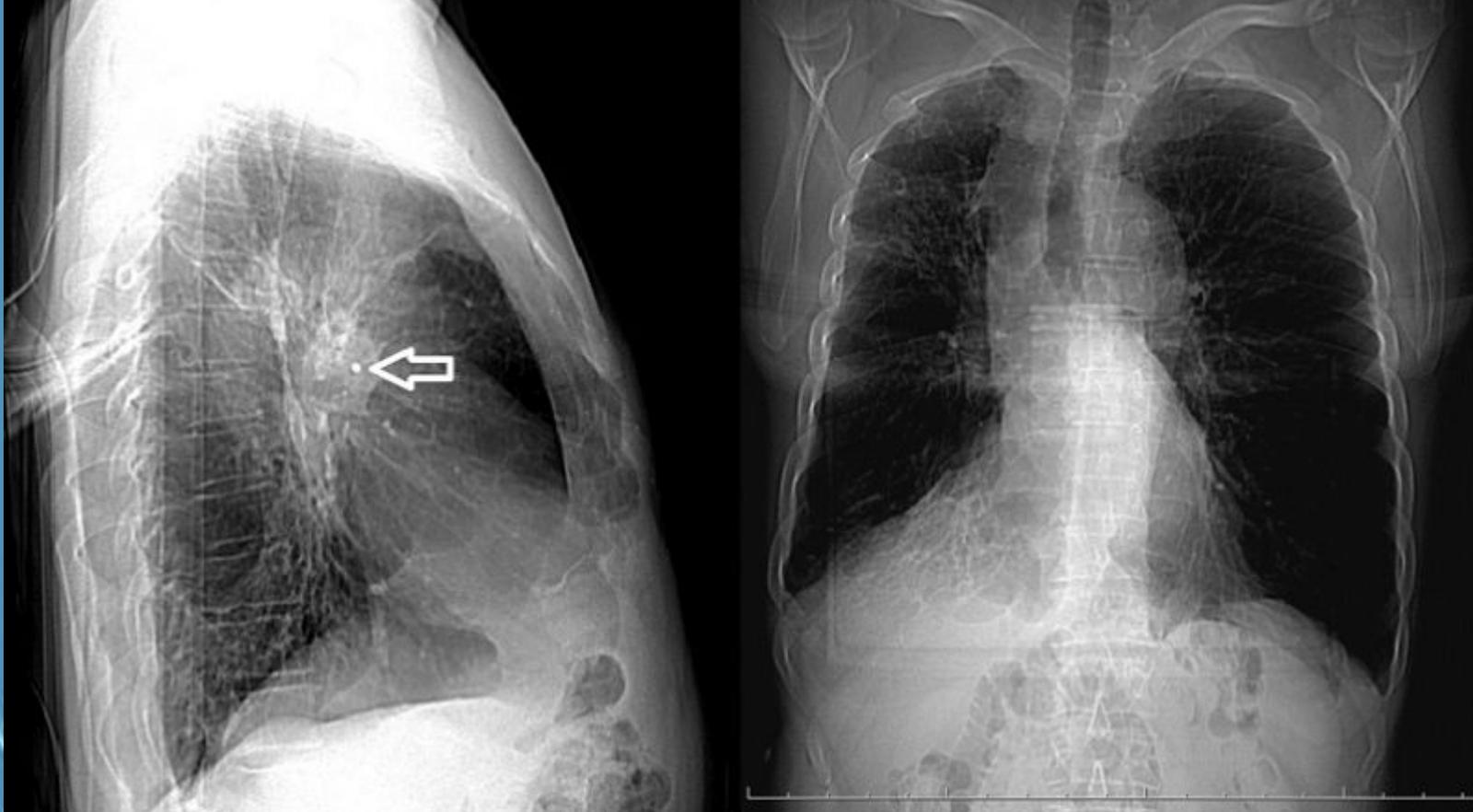


- ❖ Изображение на рентгенограммах является негативным
- ❖ Оттенок серого цвета определяется плотностью (атомной массой) элементов составляющих данную анатомическую структуру.
- ❖ Чем плотнее структура тем больше она задерживает рентгеновское излучение и тем более светлым отображается
- ❖ Любой рентгеновский снимок является плоскостным изображением трехмерного анатомического объекта.
- ❖ В результате эффекта суммации участки просветления и затенения накладываются друг на друга, создавая сложную сиалогическую картину.

- *контактная рентгенография*

рентгеновскую пленку, обернутую тонким слоем светонепроницаемого материала, прикладывают к поверхности тела, например к слизистой оболочке десен при внутриполостной рентгенографии зубов.

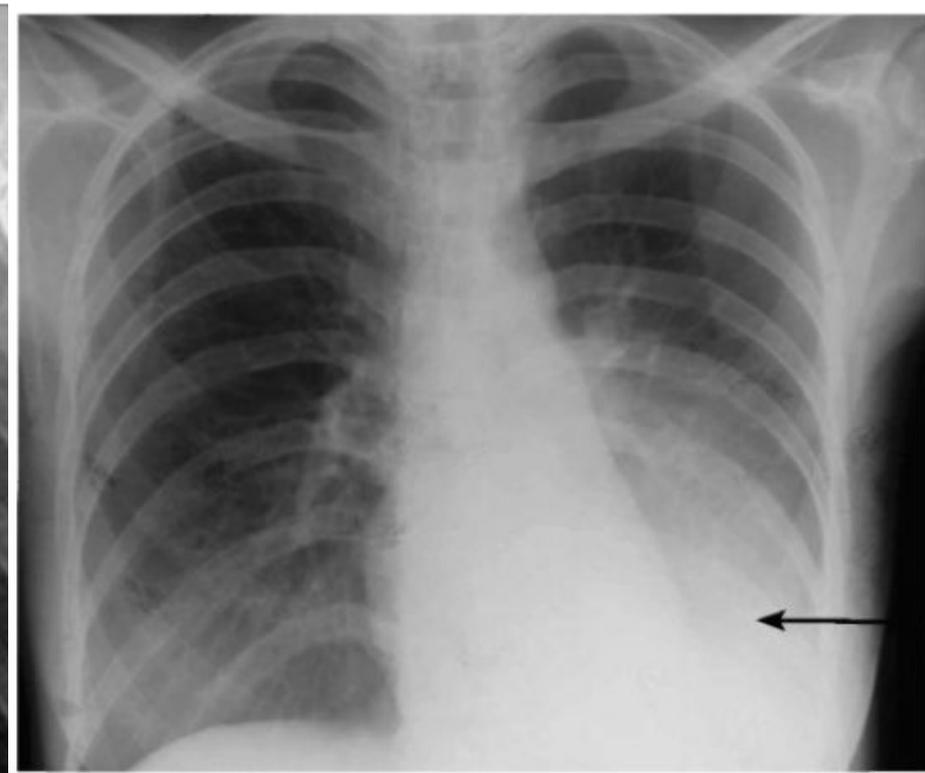
*контрастной рентгенографии* пациенту вводят рентгеноконтрастные вещества и выполняют серию снимков. Примером такого исследования может быть экскреторная (выделительная) урография



- Стрелкой отмечена тень — предполагаемое инородное тело. В прямой проекции допустить его присутствие нельзя.
- Рентген не отображает очаги меньше 2 мм. Эффективная эквивалентная доза в прямой проекции — 0,18 мЗв, в боковой — 0,24 мЗв.

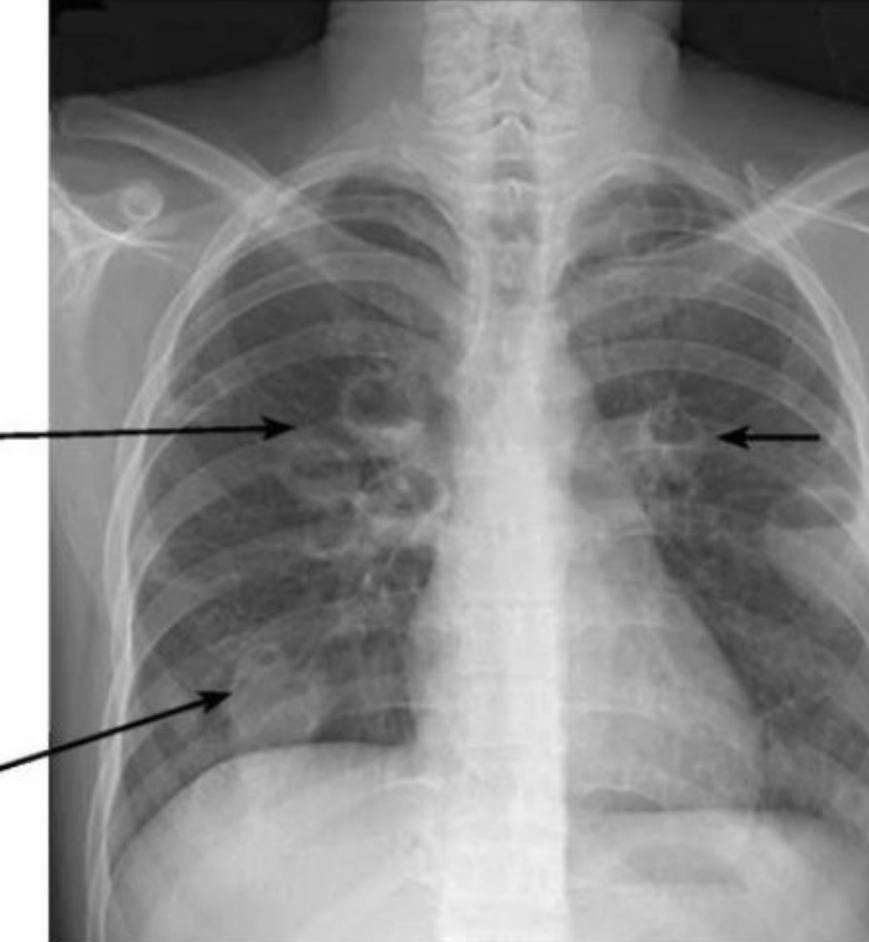
# Преимущества рентгенографии

- - большая разрешающая способность;
- возможность оценки многими исследователями и ретроспективного изучения изображения;
- - возможность длительного хранения и сравнения изображения с повторными снимками в процессе динамического наблюдения за больным;
- - уменьшение лучевой нагрузки на пациента.
- К недостаткам рентгенографии следует отнести увеличение материальных затрат при ее применении (рентгенографическая пленка, фотореактивы и др.) и получение желаемого изображения не сразу, а через определенное время.



- - рентгенограмма в прямой проекции. Имеется интенсивное затемнение легочной ткани в проекции нижней доли правого легкого

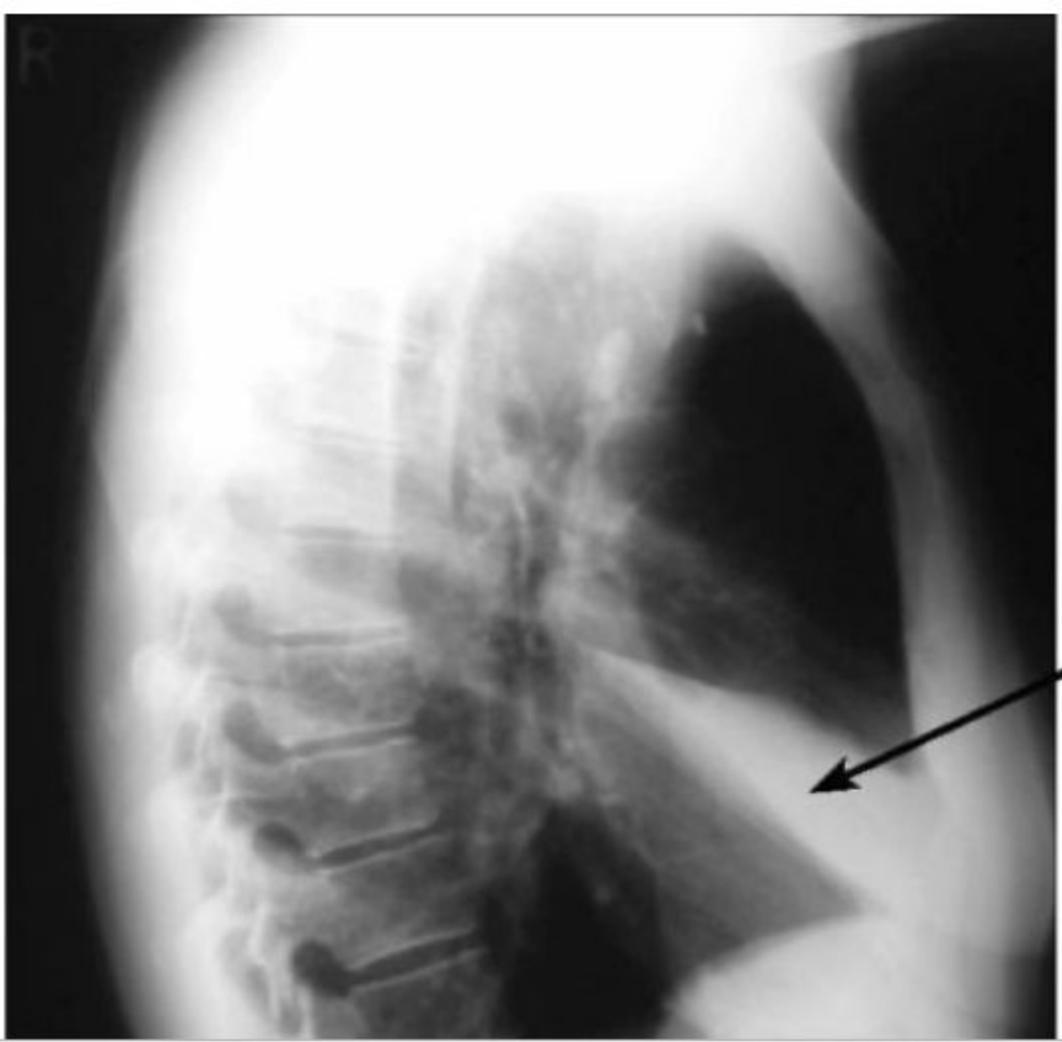
Рентгенограмма легких при бронхопневмонии. Определяется диффузное затемнение легочной ткани в пределах нижней доли левого легкого (стрелка)



Рентгенограмма при множественных абсцессах легких. В правом и левом легких имеются полости с толстыми стенками, имеющие горизонтальные уровни жидкости (стрелки)



Рентгенограмма легких при хроническом бронхите и бронхоэктазах. Определяются усиление и деформация легочного рисунка, признаки уплотнения стенок расширенных бронхов (стрелки)



Ателектазы (стрелки) средней доли правого легкого на рентгенограммах (окончание): б - боковая проекция

- Цифровая рентгенография



# Томография

- послойное рентгенологическое исследование
- включает перемещение во время экспозиции рентгеновской трубки и кассеты с рентгеновской пленкой во взаимно противоположных направлениях. Чаще всего перемещаются излучатель и приемник изображения, а пациент неподвижен. Излучатель и приемник изображения движутся по дуге, прямой линии или более сложной траектории, но обязательно в противоположных направлениях. При таком перемещении изображение большинства деталей на томограмме оказывается размазанным, расплывчатым

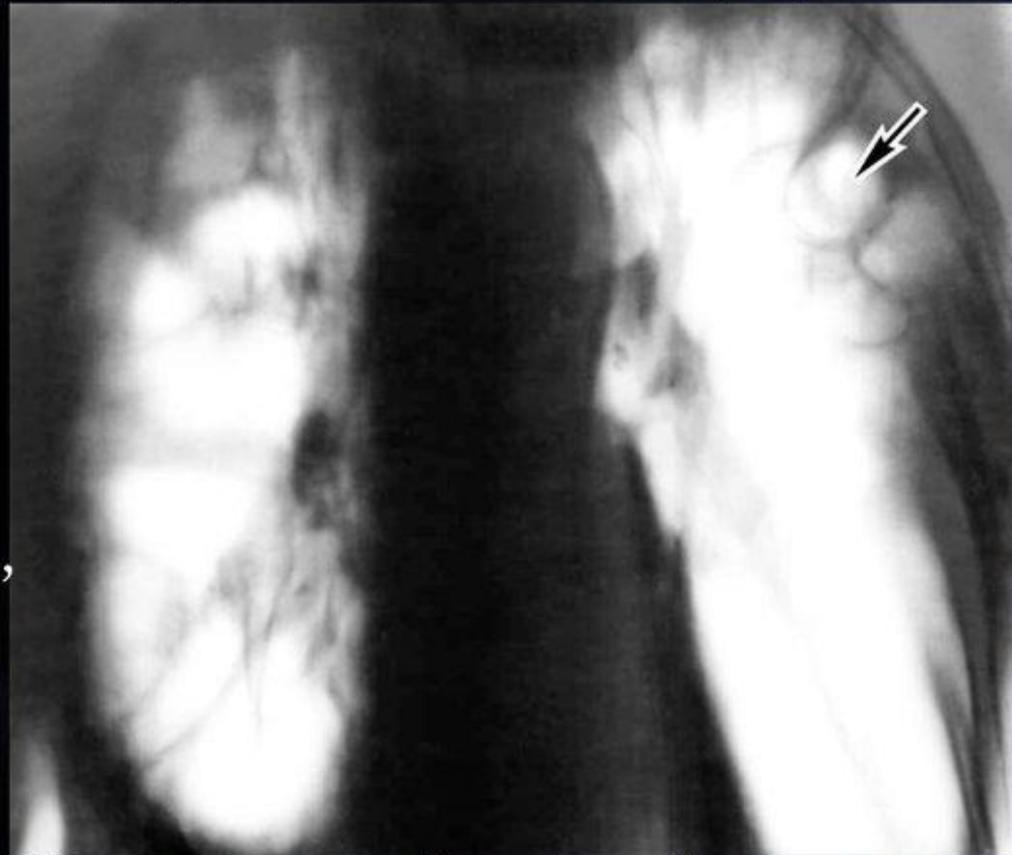
# Томография

— послойное исследование органов грудной клетки: легких, трахеи, бронхов, внутригрудных лимфатических узлов.

Рутинная рентгеновская томография - линейная томография.

Выбирают оптимальный срез на основании обзорных снимков в прямой и боковой проекциях. Выделяют томографический слой от 1 до 0,5 см, и более четкое отображение получают тонкие структурные образования: буллы, кисты, каверны, просветы бронхов, стенки бронхов.

На прямой линейной томограмме органов грудной клетки нет тени ребер, виден слой легочной ткани толщиной от 1 до 4 см на заданной глубине.



# Основные показания к томографии легких и

## средостения:

- - обнаружение деструкции в воспалительных и опухолевых инфильтратах;
- - выявление внутрибронхиальных процессов (опухолей, инородных тел, рубцовых стенозов);
- - определение увеличения бронхопульмональных и медиастинальных лимфатических узлов;
- - уточнение структуры корня легкого при его расширении.
- Томографическое исследование показано также тогда, когда патологический процесс плохо или совсем не виден на рентгенограммах, но на его существование указывают клинические данные.

# Компьютерная томография (КТ)

- рентгенологическое исследование, при котором изображение слоя исследуемого объекта получают путем компьютерной обработки результатов многократного просвечивания узким пучком рентгеновского излучения слоя, когда рентгеновская трубка совершает движение по окружности
- Разрешающая способность спиральных КТ достигла 0,6-0,8 мм

- **Принцип КТ** заключается в создании с помощью вычислительной машины послойных изображений исследуемого объекта на основе измерения коэффициентов линейного ослабления излучения, прошедшего через этот



- Последовательная технология сканирования
- **Спиральная технология сканирования**  
заключается в одновременном выполнении двух действий: непрерывного вращения источника рентгеновского излучения вокруг объекта и непрерывного поступательного движения стола с пациентом через окно гентри
- Основное преимущество спиральной КТ заключается в значительном ускорении процесса сканирования, поскольку временные интервалы между отдельными циклами вращения рентгеновской трубки отсутствуют. Высокая точность измерений позволяет различать ткани, на 0,5 % отличающиеся друг от друга по плотности.

- РСКТ следует выполнять вместо ЛТ и до проведения любых рентгеноконтрастных исследований, но лишь после тщательного анализа результатов традиционного нативного рентгенологического исследования: рентгеноскопии, рентгенографии
- Лучевая нагрузка на пациента при КТ очень локальная, так как пучок рентгеновских лучей проходит через узкий слой. В связи с этим органы, непосредственно не попадающие в зону томографирования, практически не облучаются
- например, лучевая нагрузка при КТ почек равна дозе, получаемой пациентом при проведении экскреторной урографии.

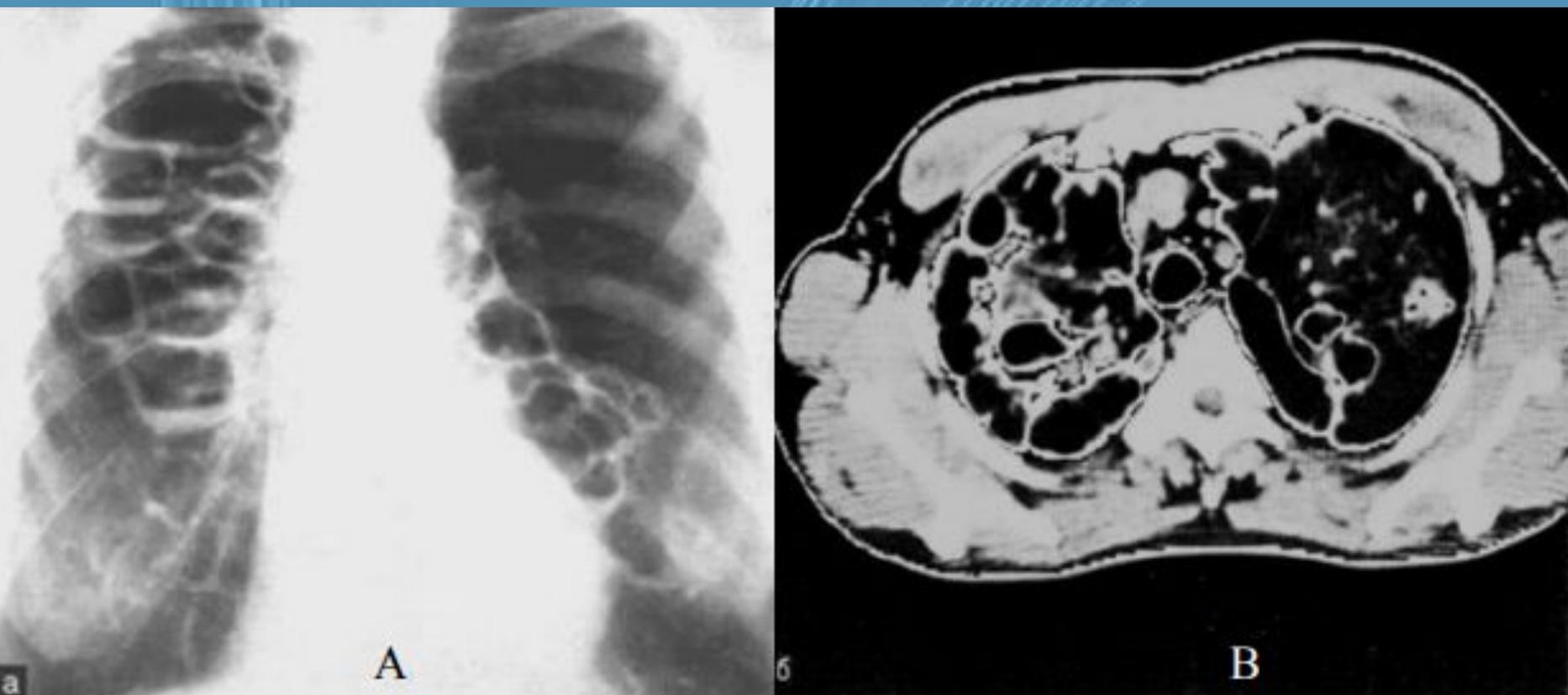
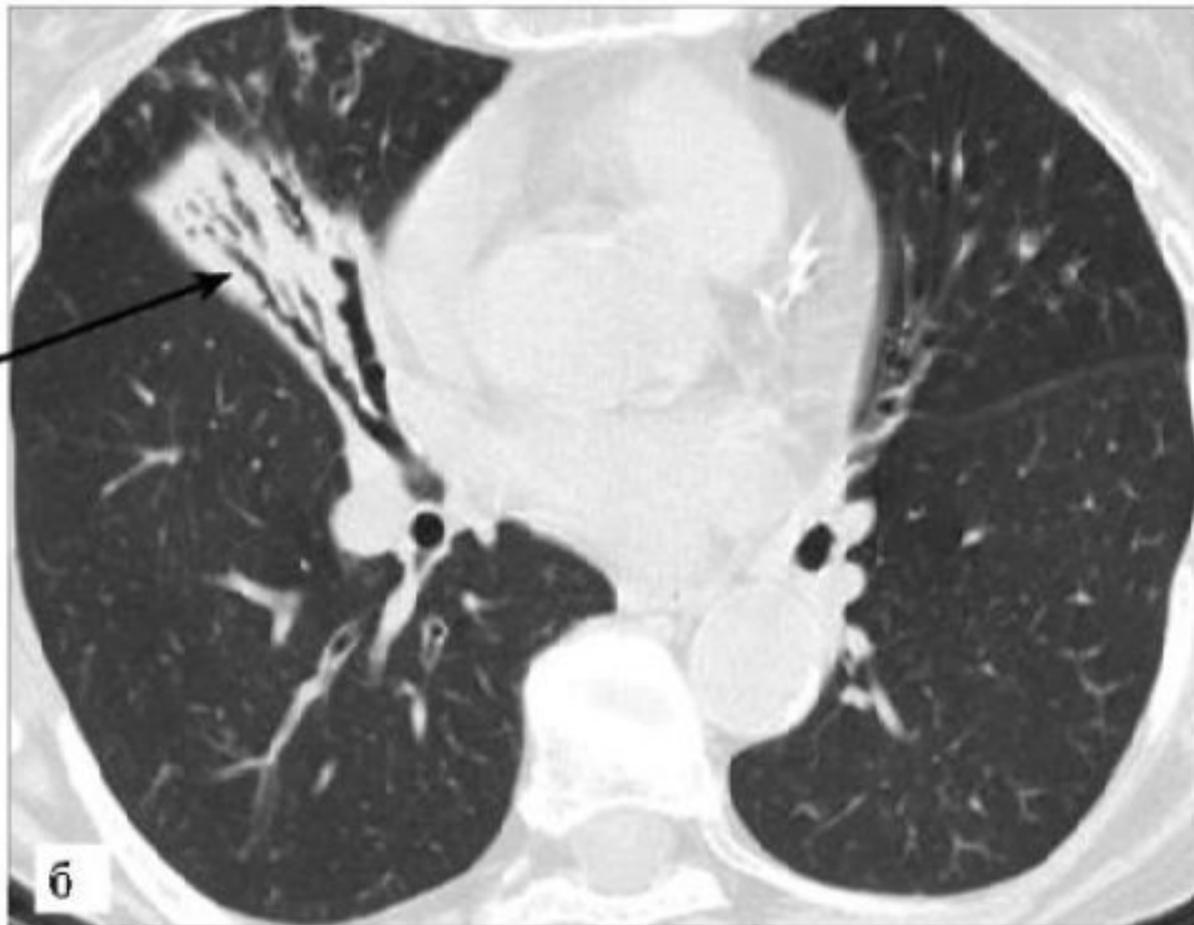


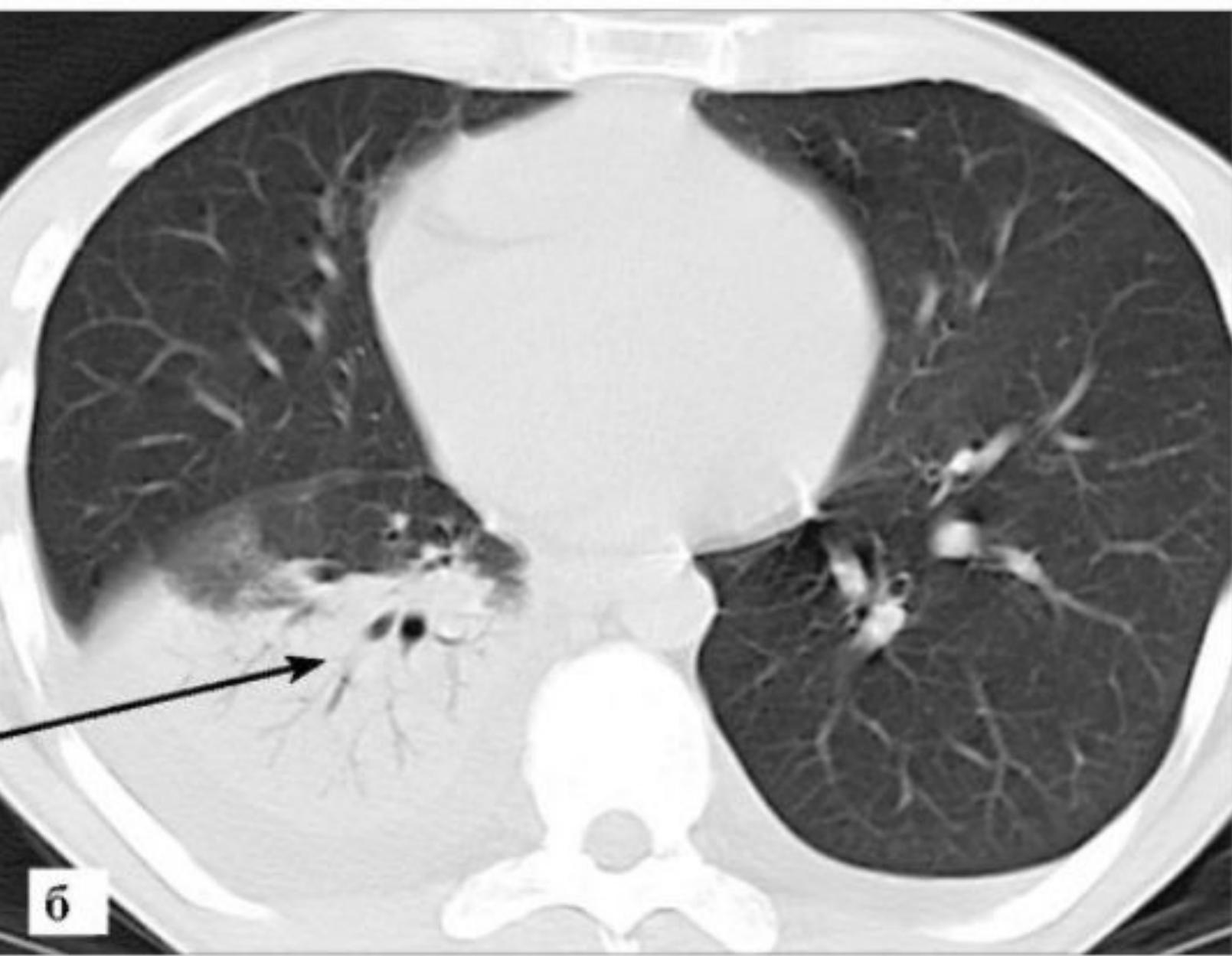
Рис. 8.4. А – рентгенография ОГП (поликистоз легких), В – РСКТ того же больного уточняет локализацию кист.



с. 6-17. Ателектаз средней доли правого легкого. Средняя доля уменьшена в объеме,

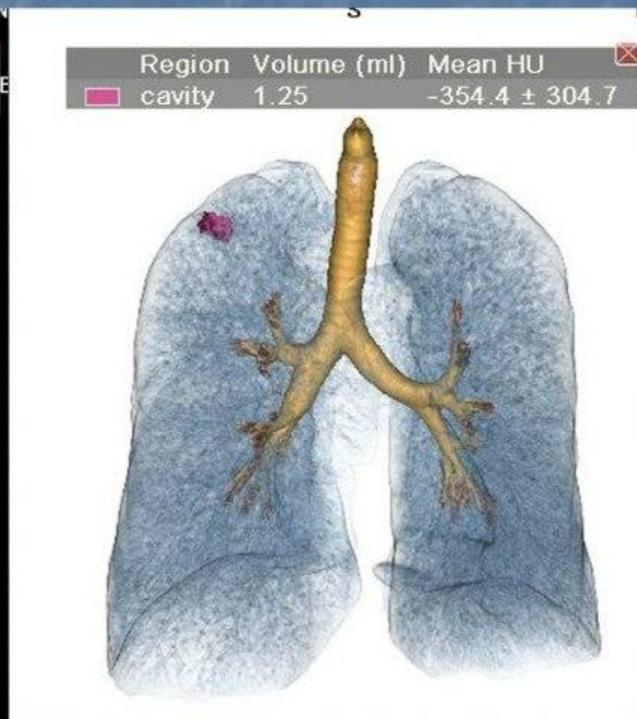
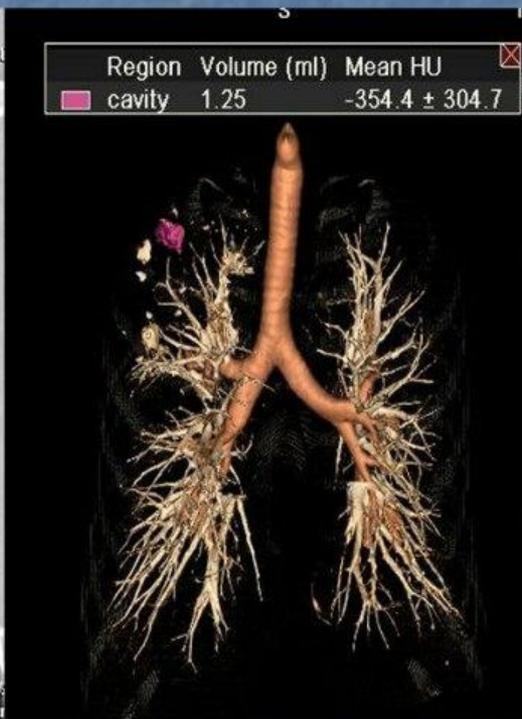


Рис. 6-20. Бронхоальвеолярный рак левого легкого, инфильтративная форма.



6. Правосторонняя нижнедолевая пневмония, альвеолярный тип инфильтрации

# Современные возможности обработки изображения при КТ ( расчет объема полостного образования)



# Преимущества РКТ

- 1. Изображение органов не накладывается друг на друга (отсутствует эффект суммации);
- 2. Информация о внутренней строении исследуемой части тела может быть представлена в трехмерной виде по результатам суммирования серии тонких срезов исследуемой области (устранение недостатков плоскостного изображения);
- 3. КТ более чувствительна к плотности тканей:
- Р-графия может отобразить ткани, имеющие разницу в плотности ткани не менее 10%, при КТ – 1% и менее;
- 4. Возможность обрабатывать и настраивать изображение после завершения сканирования (постпроцессинг): регулировка яркости, контрастности, масштабирования, регулировка градации серой шкалы – регулировка окна (windowing) для лучшей визуализации анатомии интереса.

# К недостаткам РКТ можно отнести:

- 1. Относительно высокую (по сравнению с рентгенографией) лучевую нагрузку на пациента – это обстоятельство диктует жесткую необходимость использования РКТ исключительно по строгим показаниям (беременным противопоказано);
- 2. Появление артефактов от плотных структур, особенно металлических – протезов суставов, инородных тел и т.д.
- 3. Относительно невысокое мягкотканое контрастное разрешение.

# Показания

- 
- 1. Заболевания грудины и ребер:
  - - диагностика опухолей;
  - - диагностика воспалительных процессов (остеомиелит, перихондрит).
- 2 Заболевания плевры:
  - - диагностика опухолей;
  - - диагностика плевритов и эмпиемы плевры.
- 4. Исследование сердца и сосудов груди:
  - - оценка состояния шунтов и стентов венечных артерий после оперативных вмешательств;
  - - диагностика приобретенных и врожденных пороков сердца;
  - - диагностика повреждений сердца при травме груди;
  - - диагностика различных форм перикардитов;
  - - количественное определение кальция в атеросклеротических бляшках коронарных артерий для прогнозирования риска развития осложнений ИБС;
  - - ориентировочная оценка состояния венечных артерий;
  - - диагностика опухолей сердца;
  - - диагностика сосудистых мальформаций (артериальные аневризмы и артериовенозные мальформации);
  - - диагностика стенозирующих и окклюзирующих заболеваний сосудов груди (стенозы, тромбозы и др.).
- 5. Диагностика патологических изменений в легких и средостении при несоответствии изменений на рентгенограммах и клинических признаков заболевания (кровохарканье, быстро прогрессирующая одышка, хронический кашель с большим количеством гнойной мокроты, атипичные клетки или микобактерии туберкулеза в мокроте).
- 6 Оценка эффективности консервативного, оперативного и комбинированного лечения опухолевых и неопухолевых заболеваний.

# МРТ

- метод лучевой диагностики, основанный на использовании магнитного поля и радиоволн для получения послойных и объемных изображений органов и тканей, восстановленных математическими методами.

# принципы МРТ

- Физические принципы МРТ основаны на том, что ядра атомов тканей человека могут поглощать и в ответ излучать радиоволны определенной частоты во время нахождения этих ядер во внешнем магнитном поле. Эти ответные радиосигналы регистрируются приемником и содержат информацию о тканях человека
- МРТ используется именно сигнал от ядер водорода (протонов).

- МРТ позволяет в большей степени охарактеризовать мягкие ткани, что создает преимущество методики в изучении корней лёгких, плевры, грудной стенки, диафрагмы, средостения.
- Метод остается существенно менее информативным по сравнению с РСКТ в отношении оценки паренхимы лёгких

# ПОКАЗАНИЯ К МРТ

- 1. Исследование органов дыхания и средостения:
  - - диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей средостения;
  - - определение жидкости в полости перикарда, плевральной полости;
  - - выявление мягкотканых образований в легких.
- 2. Исследование сердца:
  - - оценка функционального состояния миокарда, сердечной гемодинамики;
  - - выявление прямых признаков инфаркта миокарда;
  - - оценка морфологического состояния и функции структур сердца;
  - - диагностика внутрисердечных тромбов и опухолей.
- 3. Исследование молочных желез:
  - - дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей;
  - - оценка состояния регионарных лимфатических узлов;
  - - оценка состояния имплантатов после протезирования молочных желез;
  - - диагностика воспалительных заболеваний;
  - - пункционная биопсия образований под контролем МРТ.

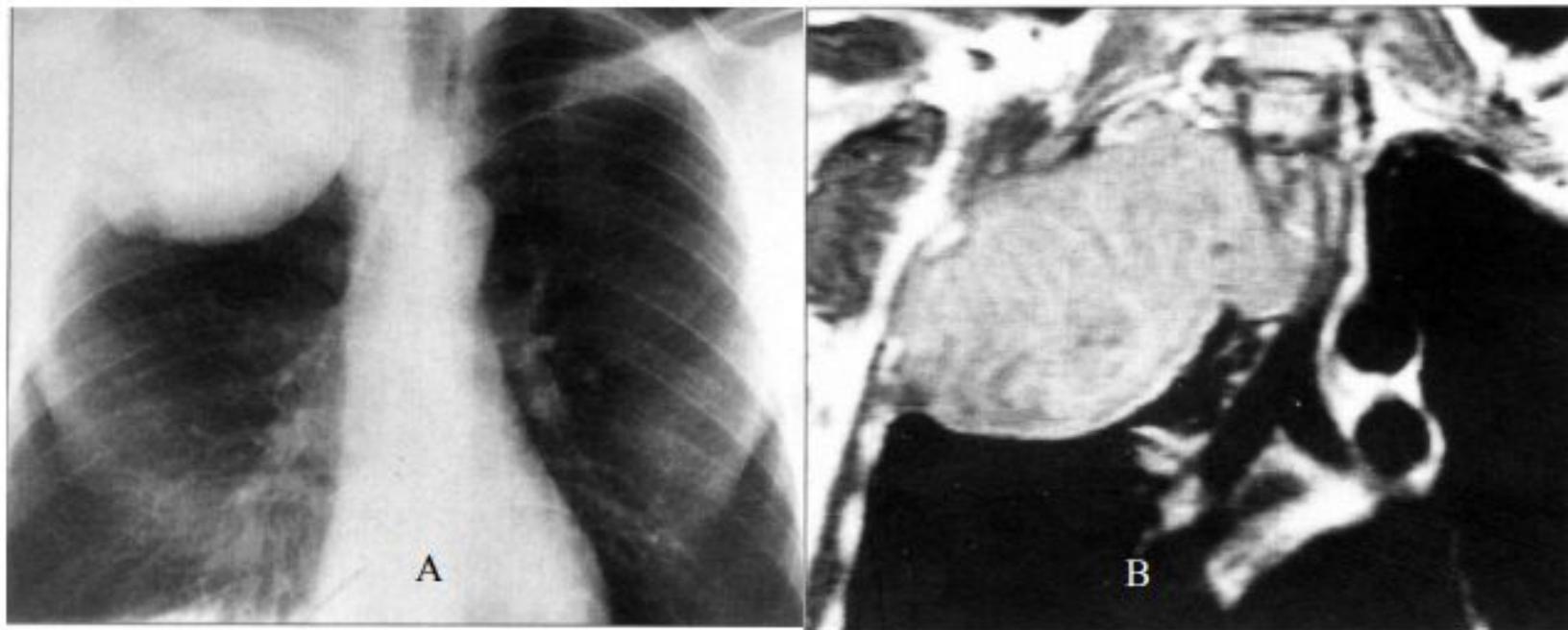


Рис. 8.8. Бронхиальная карцинома верхней доли правого легкого: А – рентгенограмма грудной клетки выявляет большой хорошо очерченный объемный процесс в вершухе правого легкого; В – T1-взвешенное изображение при магнитно-резонансной томографии (коронарный срез) обнаруживает прорастание в грудную клетку между ребрами и в средостение; бронхи и сосуды выглядят как образования, лишенные сигналов.

- **Абсолютным противопоказанием** к выполнению МРТ является
- наличие металлических инородных тел, осколки, ферромагнитные имплантаты (ЭКС, инсул. помпы), так как под влиянием сильного магнитного поля они могут нагреваться, смещаться и травмировать окружающие ткани.
- **Относительные противопоказания** к проведению исследования:
  - I триместр беременности; клаустрофобия (боязнь замкнутого пространства); некупированный судорожный синдром; двигательная активность пациента. В последнем случае у больных в тяжелом состоянии или у детей прибегают к медикаментозному сну.

# ПРЕИМУЩЕСТВА МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

- Различные импульсные последовательности обеспечивают получение высококонтрастного изображения мягких тканей, сосудов, паренхиматозных органов в любой плоскости с заданной толщиной среза до 1 мм.
- Отсутствие лучевой нагрузки, безопасность для больного, возможность многократного повторного выполнения исследования.
- • Возможность выполнения бесконтрастной ангиографии, а также холангиопанкреатикографии, миелографии, урографии.
- • Неинвазивное определение содержания различных метаболитов *in vivo* с помощью водородной и фосфорной МР-спектроскопии.
- • Возможность функциональных исследований головного мозга для визуализации чувствительных и двигательных центров после их стимуляции.

# Недостатки МРТ

- Высокая чувствительность к двигательным артефактам.
- Ограничение исследований у пациентов, находящихся на аппаратном поддержании жизненно важных функций (кардиостимуляторы, дозаторы лекарственных веществ, аппаратов ИВЛ и др.).
- Плохая визуализация костных структур и легких из-за низкого содержания воды.

	Компьютерная томография	Магнитно-резонансная томография
<b>Физические основы</b>	Разность поглощения рентгеновского излучения объектом исследования	Эффект магнитного резонанса
<b>Процедура исследования</b>	Быстрая скорость сканирования	Сканирование одной области занимает около 40 минут.
<b>Стоимость оборудования</b>	Относительно невысока, зависит от комплектации	Высока, зависит от комплектации и напряженности магнитного поля
<b>Преимущества перед другим методом.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Процедура продолжается намного меньше.</li> <li>2. Стоит существенно дешевле.</li> <li>3. Нет специальных условий для установки оборудования.</li> <li>3. Возможность диагностики костных структур, камней и т.п.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Информативнее при исследованиях многих областей (прежде всего, головного и спинного мозга, органов малого таза, суставов) - это основное преимущество.</li> <li>2. Возможно проведение МРТ у беременных</li> <li>3. <u>Отсутствие лучевой нагрузки.</u></li> <li>4. Есть естественный контраст от кровотока (безконтрастная ангиография – головы и шеи)</li> <li>5. Нет помех от костных тканей, соответственно, меньше вероятность диагностических ошибок</li> <li>6. Есть возможность проведения магнитно-резонансной спектроскопии для изучения метаболизма тканей.</li> </ol>
<b>Контрпоказания</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Клаустрофобия</li> <li>2. <u>Беременность</u></li> </ol>	<p>Абсолютные:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. наличие у пациента кардиостимулятора</li> <li>2. Наличие кохлеарных имплантантов, сосудистых клипс, кава-фильтра</li> <li>3. 1-й триместр беременности</li> </ol> <p>Относительные:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кома или другие состояния, при которых необходимы аппараты жизнеобеспечения</li> <li>2. Детский возраст (необходима седация)</li> <li>3. Нарушения сознания.</li> <li>4. Клаустрофобия.</li> </ol>

**Спасибо за внимание!**

# Список литературы

- 1) Лучевая диагностика и терапия [Электронный ресурс] / Терновой С. К., Синицын В. Е. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. Режим доступа: <http://>
- 2. Лучевая диагностика [Электронный ресурс] : учебник / Г. Е. Труфанов и др.; под ред. Г. Е. Труфанова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970434680.html>
- 3) ОСНОВЫ И ПРИНЦИПЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ Учебно-методическое пособие- Минск 2015- Учеб-метод. пособие / А.И. Алешкевич [и др.].