

Лекция №1

Методы лучевого исследования органов дыхания и средостения

Методы лучевого исследования органов дыхания и средостения

- первичным и основным методом визуализации является **рентгенография** органов грудной клетки
- [Рентгенография органов грудной клетки](#)
- обязательный метод исследования при клиническом подозрении на болезни легких, при травме грудной клетки и политравме, у больных с лихорадкой неясного генеза, онкологическими заболеваниями
- при обнаружении на прямой рентгенограмме патологических изменений в сомнительных и неясных случаях ее необходимо дополнять **снимком в боковой проекции**

Рентгенография органов грудной клетки

- Основные диагностические преимущества:
- позволяет выявить большинство патологических изменений в легких, плевральных полостях, грудной стенке и органах средостения
- позволяет точно локализовать обнаруженные изменения (в легких по долям и сегментам, в средостении по его отделам) и оценить их распространенность (локальные, диссеминированные, диффузные изменения)
- позволяет охарактеризовать морфологический тип изменений в легких: очаговое, сегментарное, лобарное уплотнение, ателектаз, преимущественно альвеолярное или преимущественно интерстициальное поражение, шаровидное образование (узел), полость, мелкоочаговая диссеминация

Рентгенография органов грудной клетки

- Основные диагностические ограничения:
- часть легочной ткани на прямой рентгенограмме **прикрыта срединной тенью** и куполами диафрагмы, поэтому поражения в этих отделах легких могут оставаться невыявленными
- часто не обнаружаются **мелкоочаговые изменения**, поражения с небольшой степенью уплотнения легочной ткани, субплевральные участки уплотнения небольшой толщины, расположенные по ходу пучка рентгеновских лучей
- **воздушная и вздутая легочная ткань**, перекрывая патологические уплотнения, может частично или полностью их скрывать
- в большинстве случаев **нельзя отличить жидкостные структуры от солидных**
- **суммация множественных патологических образований** в легких усложняет картину, затрудняя оценку каждого из них

Обзорная рентгенография грудной клетки

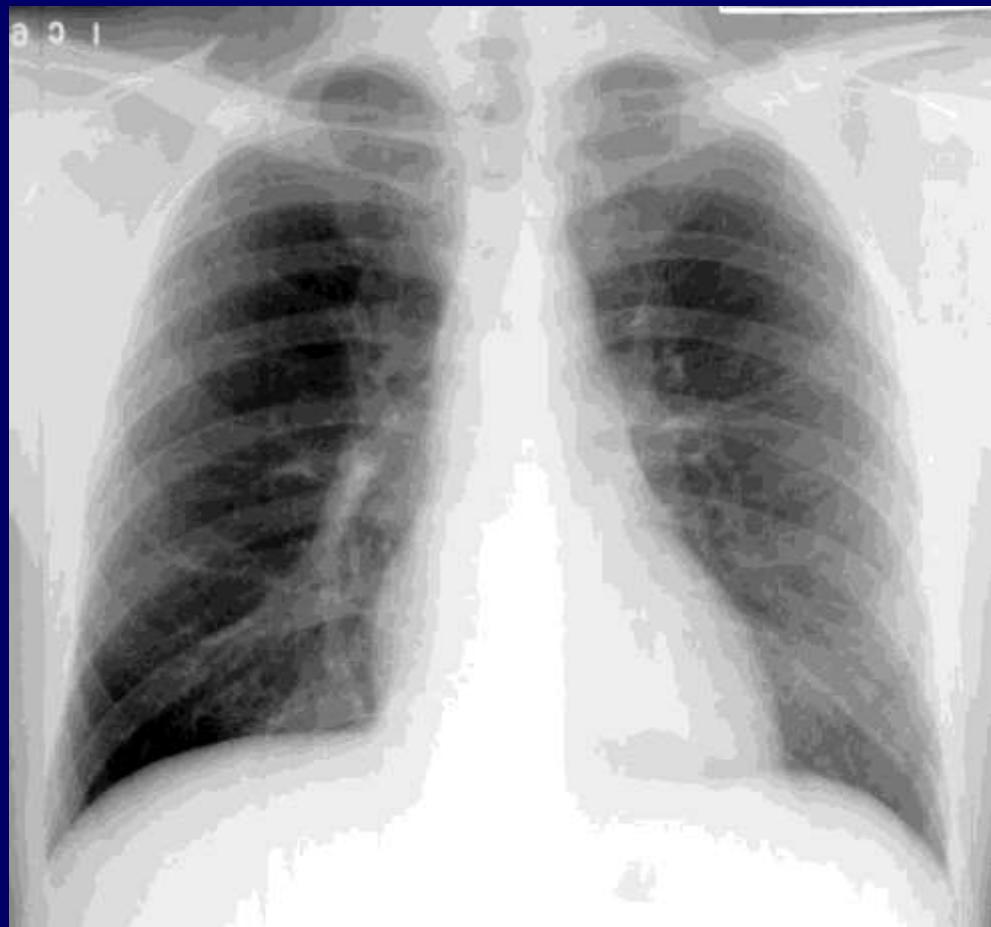
- выполняется в вертикальном положении больного (у тяжелых пациентов – в положении сидя или лежа)
- наиболее распространенным видом рентгенограммы грудной клетки является прямая передняя рентгенограмма грудной клетки:
- центральный луч проходит по срединной сагиттальной плоскости исследуемого, сзади наперед (в дорсо-вентральном направлении), а пленка прилежит к передней поверхности грудной клетки
- прямую переднюю рентгенограмму грудной клетки чаще всего производят в ортопозиции, но можно ее производить и в трохо- и латеропозиции
- для изучения задних отрезков ребер делают прямой задний снимок - больного ставят спиной к пленке

Обзорная рентгенография грудной клетки

- Технические условия снимка:
- выполняют за стойкой, при задержке дыхания, кассета - 30 x 40 мм, пациента устанавливают грудью к кассете, подбородок - на верхний край кассеты
- чтобы хорошо отобразить верхние отделы легких (развести лопатки), руки ставят на поясницу, локти разводят, трубку центрируют на Th4 - Th5
- фокусное расстояние – 1,5-2 м (теснимки) - гарантирует сохранение нормальных размеров, позволяет четко отобразить легочной рисунок
- напряжение на трубке - 60 - 70 кВ (для снимка в боковой проекции – на 10 кВ больше)
- количество электричества - мАс - 6 - 8 единиц (сила тока x время экспозиции): 80 мА x время - 0,01 с

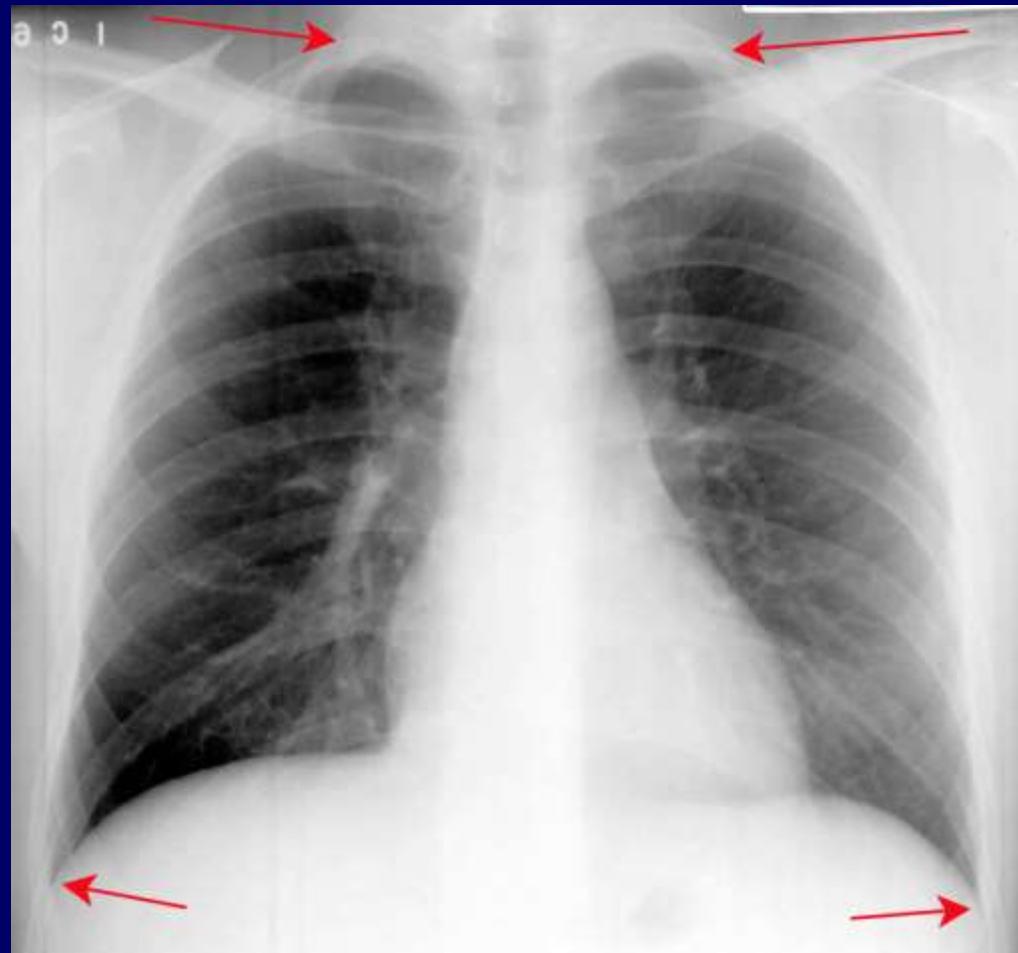
Оценка качества рентгенограммы органов грудной клетки

- производится в **следующей последовательности:**
- **полнота охвата исследуемого объекта**
- **положение больного во время снимка**
- **четкость рентгенограммы**
- **контрастность рентгенограммы**
- **«жесткость» рентгенограммы**



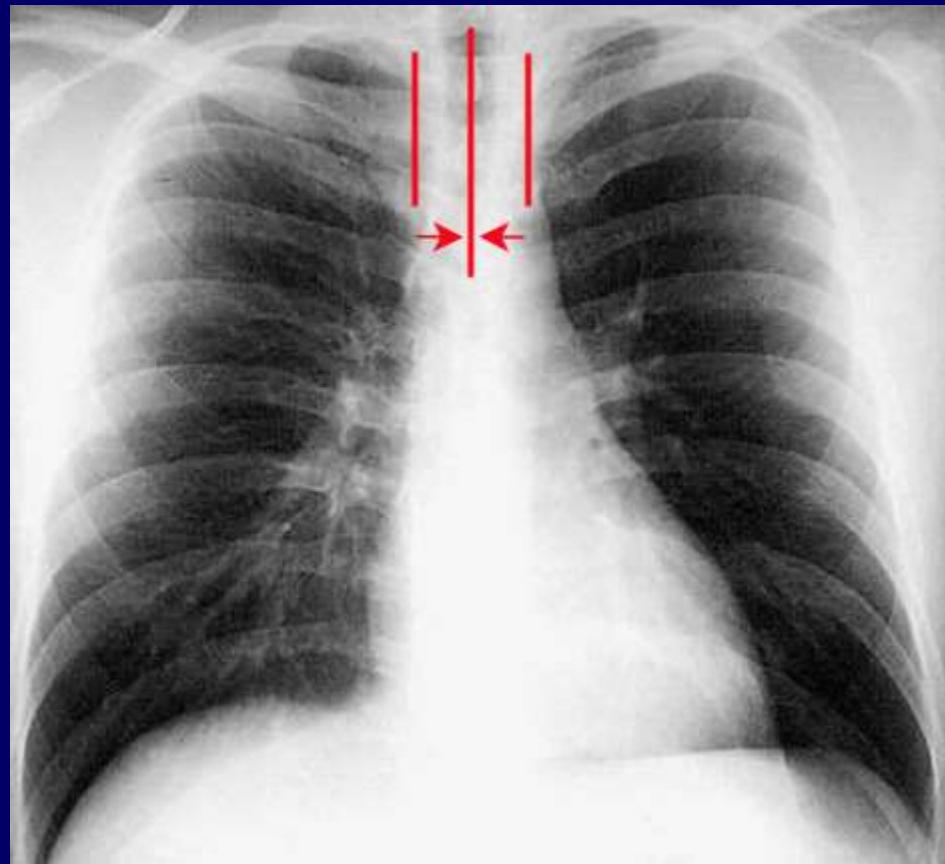
Оценка качества рентгенограммы органов грудной клетки

- Полнота охвата исследуемого объекта
- на качественной рентгенограмме должна быть видна вся грудная клетка от верхушек до реберно-диафрагмальных синусов и полностью боковые отделы
- полностью должны быть видны синусы и верхушки легких



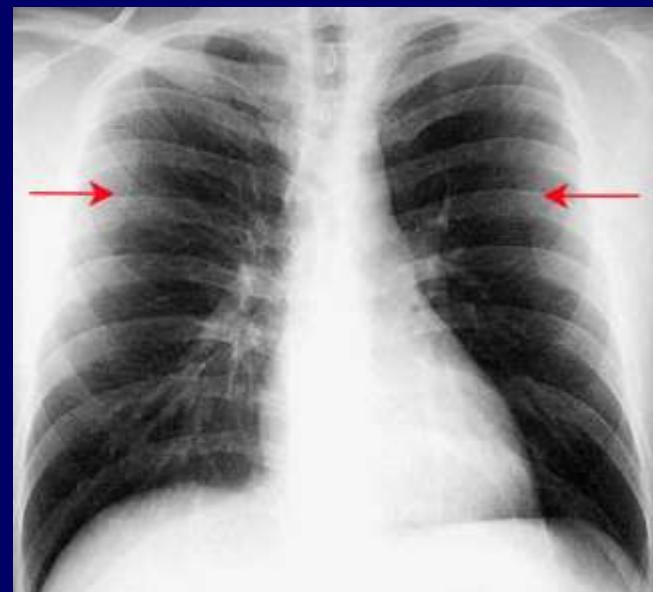
Оценка качества рентгенограммы органов грудной клетки

- Положение больного во время снимка
- при правильной установке расстояние между медиальными контурами ключиц и остистым отростком, расположенным на их уровне (обычно III грудной позвонок), **одинаковое**
- если расстояние различное, значит пациент стоит боком, снимок становится **косым**, и изображение объекта **искажается**



Оценка качества рентгенограммы органов грудной клетки

- Положение больного во время снимка
- лопатки не должны наслаждаться на наружные отделы легочных полей (могут имитировать утолщение пристеночной плевры)
- для выведения теней лопаток **кнаружи** от легочных полей необходимо расположить руки исследуемого на талии, ладонями **кнаружи**, локти повернуты **кпереди**
- пациент также должен **не поднимать плечи кверху**, иначе тени ключиц наслаждаются на верхушки легких и частично их перекрывают



Оценка качества рентгенограммы органов грудной клетки

- Четкость рентгенограммы
- **хорошая очерченность** каждой детали снимка
- зависит от длительности экспозиции, степени задержки дыхания и **отсутствия движений** больного
- наиболее частая причина нечеткости - **недостаточная задержка дыхания** пациентом
- оценивают **по четкости верхних контуров** наиболее подвижных передних отрезков **нижних ребер** (должны иметь один контур)



Оценка качества рентгенограммы органов грудной клетки

- Контрастность рентгенограммы
- должны различаться все оттенки черно-белого изображения
- срединная тень и печень имеют белый цвет, ребра — серый, а легочные поля на участках, где отсутствуют тени ребер, - черный
- если преобладает серый цвет, рентгенограммы перегружены деталями легочного рисунка
- малопригодны и слишком черные снимки - легочный рисунок плохо или совсем не виден



Оценка качества рентгенограммы органов грудной клетки

- «Жесткость» рентгенограммы
- зависит от интенсивности рентгеновских лучей и от их проникающей способности
- при оптимальной жесткости снимка грудной клетки четко видны первые 3 - 4 грудных позвонка, расположенные над срединной тенью
- если сквозь срединную тень видны остальные грудные позвонки, она считается жесткой (суперэкспонированной)
- если первые 3 - 4 грудных позвонка не видны или видны нечетко, снимок слишком мягкий



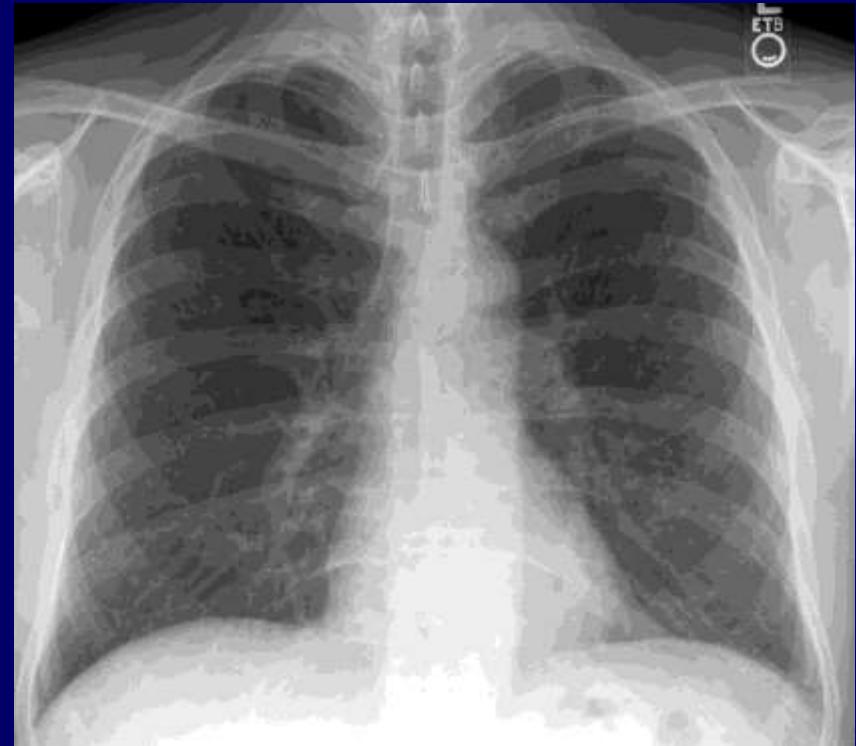
Обзорная рентгенография грудной клетки

- Рентгенография легких жесткими лучами
- позволяет уменьшить плотность костных образований:
- сквозь ребра лучше прослеживается легочный рисунок и лучше видны патологические изменения в области верхушек
- более четко отображается структура корней и средостения
- повышается контрастность очаговых теней, расположенных за ребрами и в латеральных отделах легких



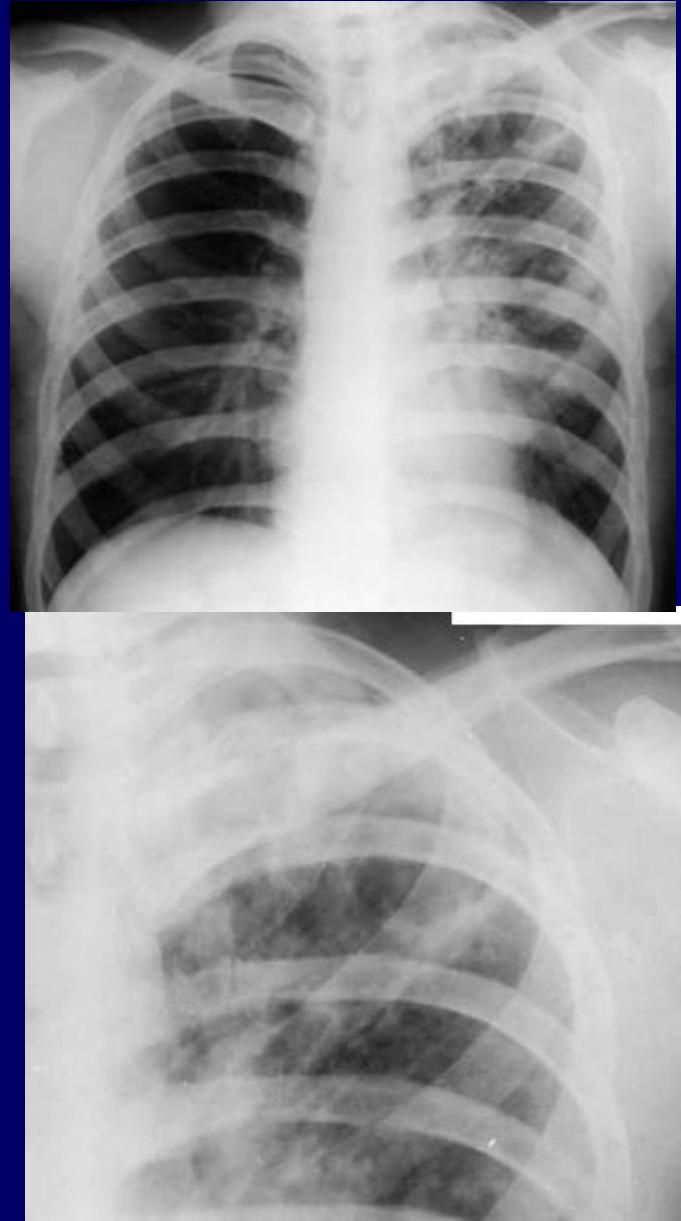
Обзорная рентгенография грудной клетки

- Рентгенография легких жесткими лучами
- Технические условия снимка:
- пучок максимально диафрагмирован
- используется дополнительная фильтрация - алюминиевый фильтр толщиной 3-8 мм, напряжение - 120 кВ
- Недостатки:
- снижение контрастности изображения
- трудность выявления кальцинатов в корнях, включений извести в образованиях



Прицельная рентгенография грудной клетки

- используется для получения изображения образований или подозрительного участка легкого, **свободного от мешающих теней**
- делают за экраном на расстоянии **60 - 80 см**
- необходимо **максимально приблизить участок поражения** к пленке и выбрать соответствующую проекцию в зависимости от сегмента
- используется **максимальное диафрагмирование**
- необходимо **придать больному устойчивое положение**

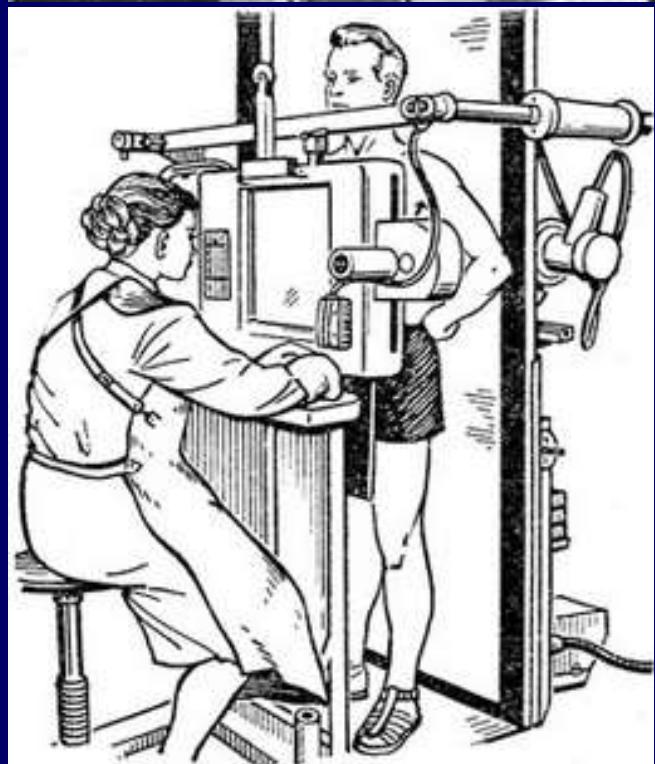


Рентгеноскопия органов грудной клетки

- не должна выполняться в качестве первичного исследования из-за недостаточной информативности при высокой лучевой нагрузке
- используется по необходимости, как дополнение к рентгенографии
- Преимущества рентгеноскопии
- проведение исследования в режиме реального времени, которое позволяет оценить функцию органов грудной клетки
- возможность многоосевого исследования (в непрерывной ротации пациента), что обеспечивает выбор оптимальной проекции для прицельных снимков
- Недостатки рентгеноскопии
- высокая лучевая нагрузка, субъективизм при выявлении и оценке данных, отсутствие документальности и относительно низкая разрешающая способность

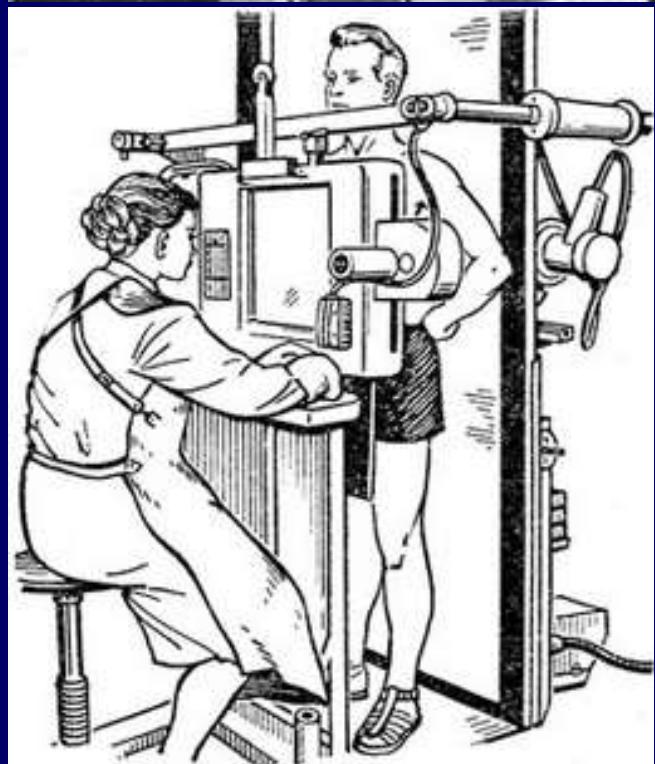
Рентгеноскопия органов грудной клетки

- рентгеноскопию, как правило, начинают с ортоскопии
- Ортоскопия
- обследование **больного, находящегося в вертикальном положении, при горизонтальном ходе рентгеновских лучей**
- позволяет произвести обследование в прямых, боковых и косых проекциях, а также при наклонах вперед, назад, влево, вправо (**многопроекционное исследование**)
- сначала проводят **обзорный осмотр с раскрытый диафрагмой, изучают движение куполов диафрагмы, оценивают состояние наружных реберно-диафрагмальных синусов**



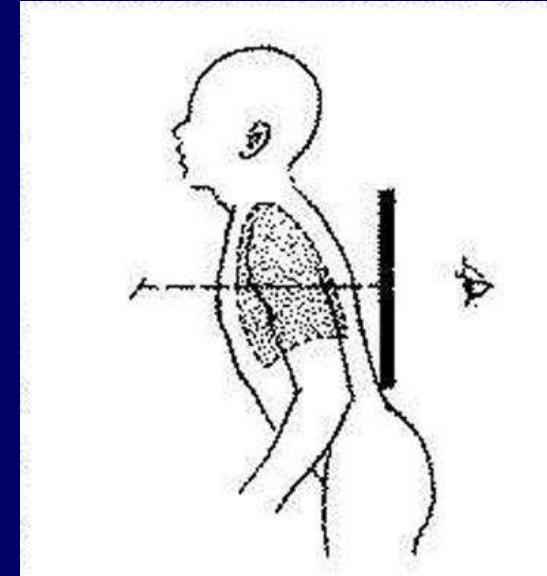
Рентгеноскопия органов грудной клетки

- Ортоскопия
- затем **диафрагму суживают и осматривают все легочные поля, начиная с верхушек, постоянно поворачивая больного вокруг вертикальной оси**
- **повороты используют для оценки участков легких, скрытых за тенями скелета, сердца и диафрагмы, для того, чтобы отличить ортоградное сечение сосудов от очаговых теней, выявить наличие жидкости реберно-диафрагмальных синусах**

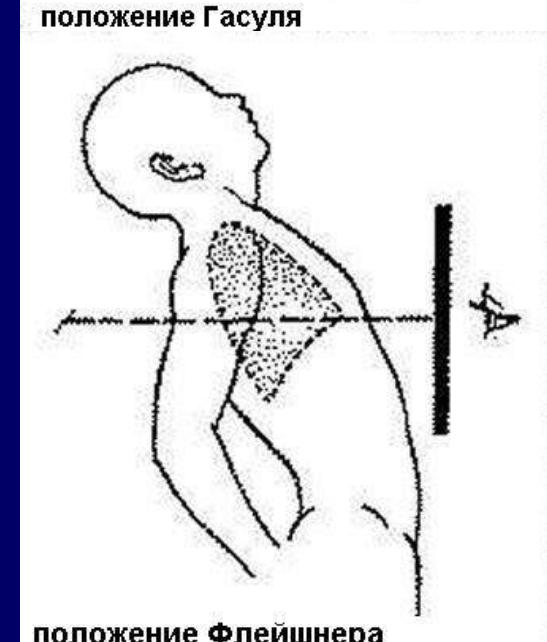


Рентгеноскопия органов грудной клетки

- для прицельного исследования верхушек легких применяют следующие приемы:
- прием Крейцфукса - больного просят покашлять, вследствие чего прозрачность надключичного пространства увеличивается
- положение Гасуля - обследуемого поворачивают спиной к экрану, просят наклонить вперед верхнюю часть туловища, опустить вниз руки и откинуть голову назад
- для оценки состояния главной междолевой щели используют положение Флейшнера - гиперlordоз, руки на талии, локти отводят назад, больной откидывается назад или выпячивает живот



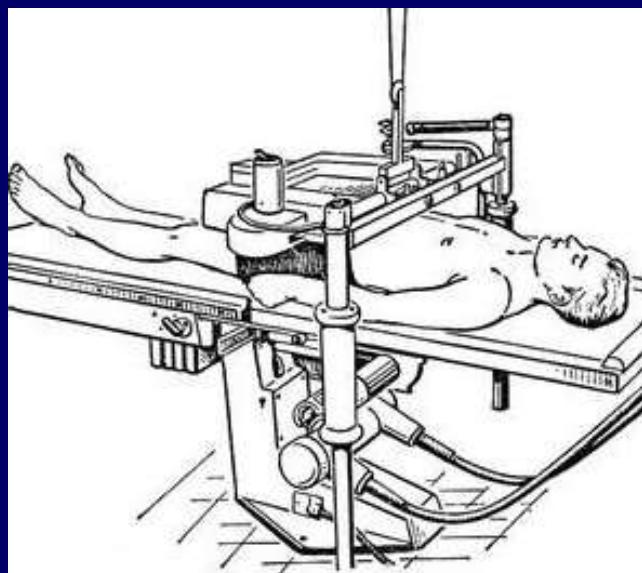
положение Гасуля



положение Флейшнера

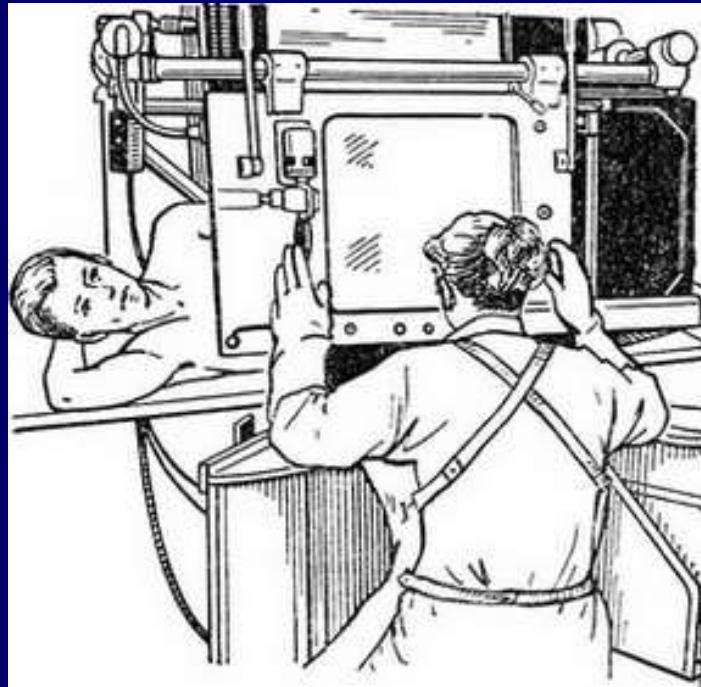
Рентгеноскопия органов грудной клетки

- Трохоскопия
- исследование горизонтально лежащего больного при вертикальном ходе рентгеновских лучей
- в пульмонологической практике чаще всего используется:
- при обследовании **больных, находящихся в тяжелом состоянии**
- при селективной или под наркозной **бронхографии** либо бронхологическом обследовании
- при **трансбронхиальной** пункции



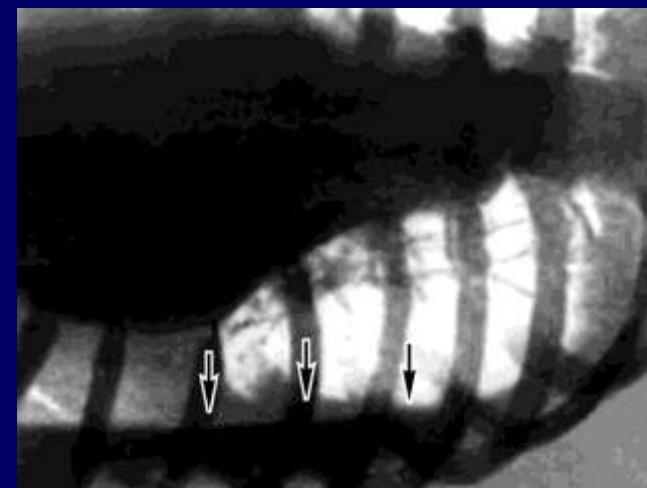
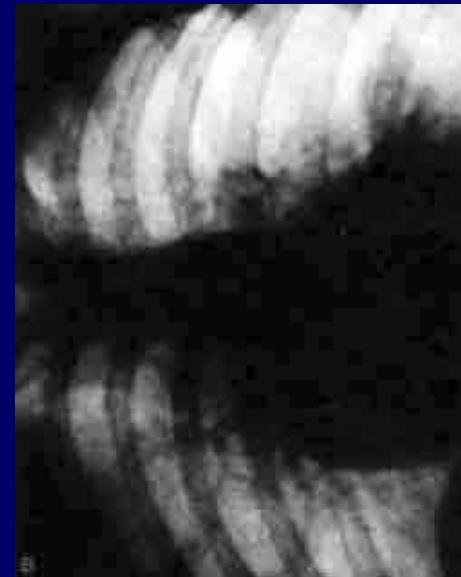
Рентгеноскопия органов грудной клетки

- Латероскопия
- методика обследования лежащего больного при горизонтальном ходе рентгеновских лучей
- используется:
- при обследовании больных с плевритами для определения минимальных количеств жидкости в плевре
- для уточнения состояния легкого, скрытого за тенью выпота
- при бронхографии
- для выявления минимальных количеств воздуха при пневмотораксе



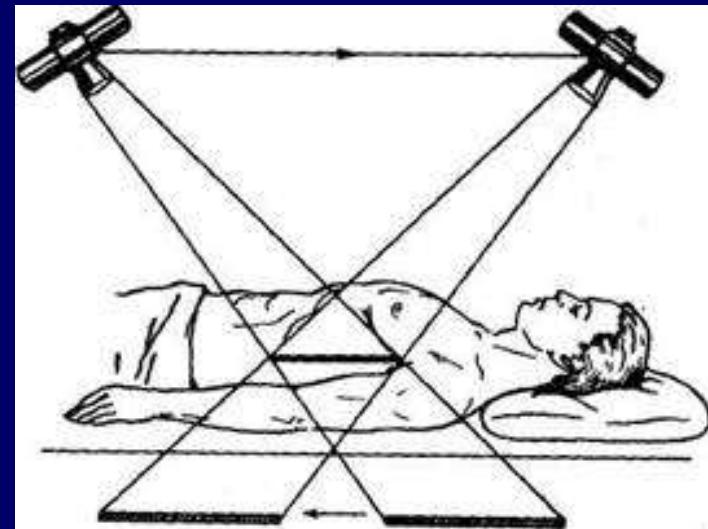
Рентгеноскопия органов грудной клетки

- Латероскопия
- наиболее эффективно обследование больного, лежащего на стороне пораженного легкого
- органы средостения смещаются в сторону, на которой лежит больной, сосуды нижележащего легкого переполняются кровью, давление в этой половине грудной полости **повышается**
- позволяет выявить даже небольшое количество жидкости в этой половине грудной клетки
- в другой половине развивается **низкое давление**, легкое растягивается, прозрачность увеличивается — «направленная эмфизема»



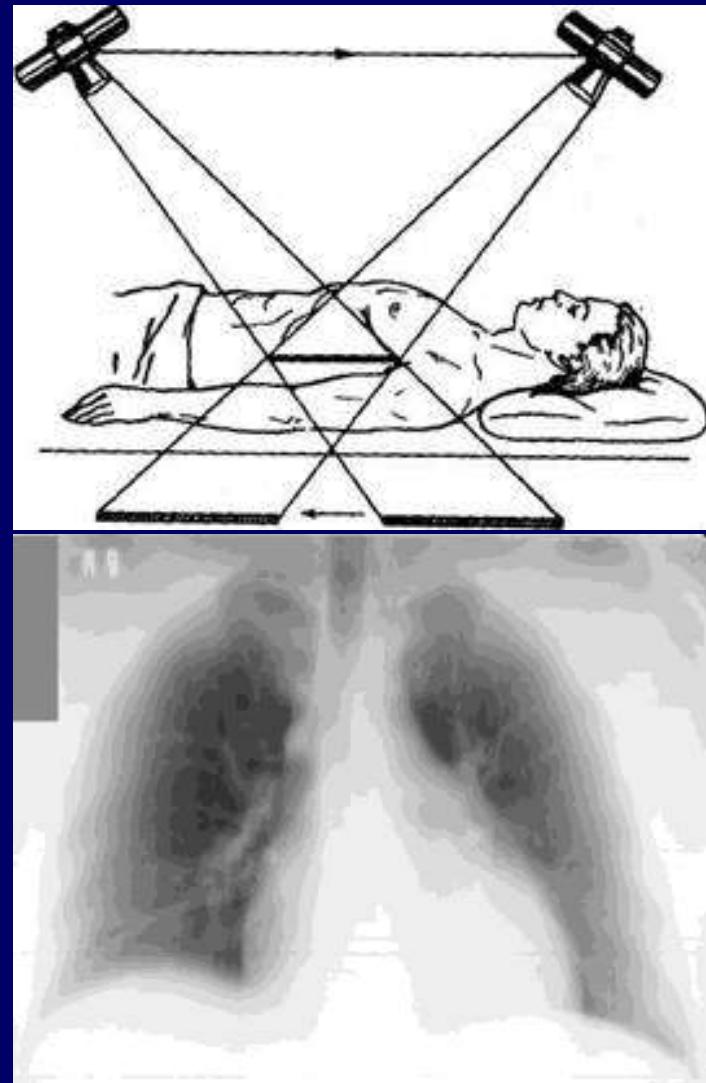
Линейная томография

- метод получения изолированного изображения структур, расположенных в одной плоскости (метод послойного исследования)
- выделение слоев происходит за счет движения рентгеновской трубки и кассеты с рентгеновской пленкой в противоположных направлениях относительно пациента
- дополнительный метод рентгенового исследования, позволяющий уточнить морфологическую характеристику поражения
- при недоступности КТ, является вторым этапом визуализации органов грудной клетки



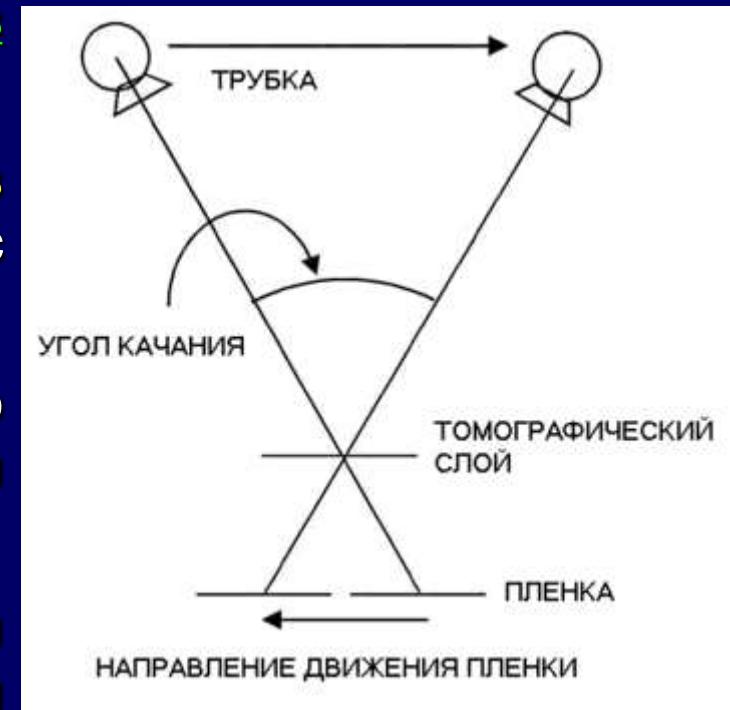
Линейная томография

- Показания для линейной томографии органов грудной клетки:
- определение характера, уточнение локализации и распространенности патологического процесса, локализующегося в легочной паренхиме
- изучение состояния трахеобронхиального дерева, включая сегментарные бронхи
- уточнение характера поражения лимфатических узлов корней легких и средостения



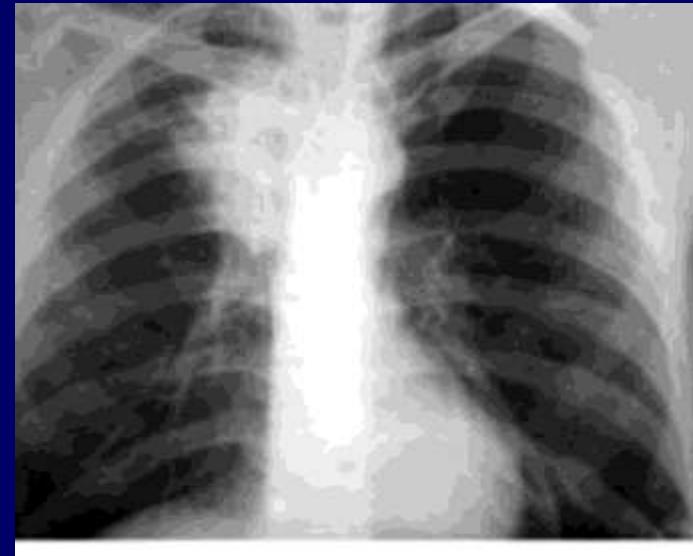
Линейная томография

- Томография поражений, расположенных в легочной ткани
- проводится по общепринятой методике в двух стандартных проекциях с продольным направлением размазывания
- при исследовании легких оптимально выделение тонких слоев (2 - 5 мм), при угле качания трубы 30 - 45°
- шаг томографирования выбирают исходя из величины патологической тени - при больших размерах образования используют шаг в 1,5-2 см, при небольших размерах 0,5 - 1 см
- исследование проводят на глубине форсированного вдоха



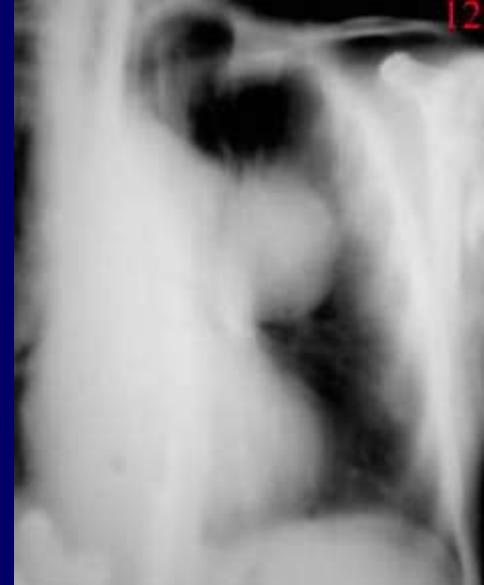
Линейная томография

- Томография поражений, расположенных в легочной ткани
- **наиболее полный объем информации** получают с помощью трех томограмм в **прямой проекции** и трех — в **боковой**
- при выборе проекции используется правило - расстояние от исследуемого слоя до пленки должно быть **минимальным**
- при локализации поражений в передних отделах легких используется **передняя прямая проекция**, при исследовании задних отделов — **задняя прямая проекция**



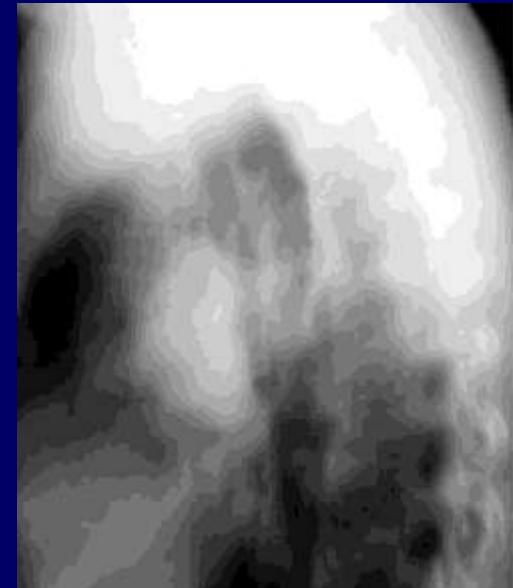
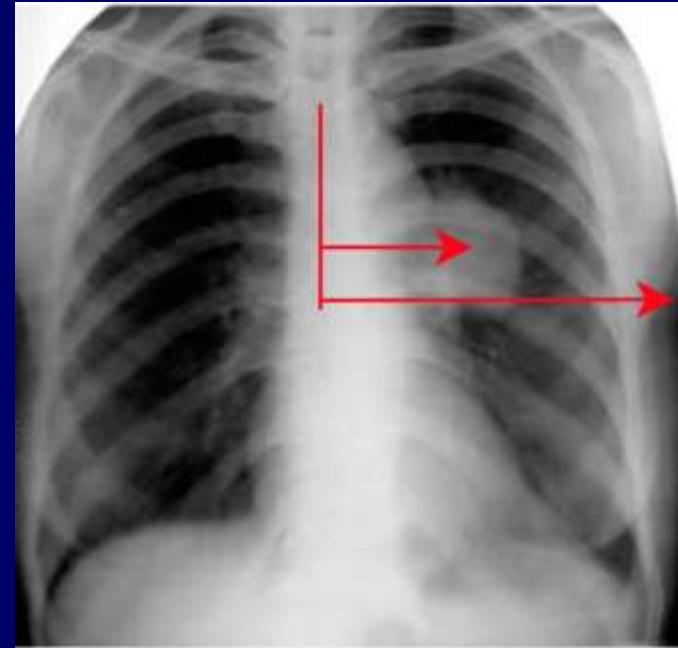
Линейная томография

- Томография поражений, расположенных в легочной ткани
- Определение глубины срезов
- проводится по рентгенограммам в двух проекциях:
- для томограмм в прямой проекции:
- на обзорной рентгенограмме в боковой проекции измеряют расстояние от передней или задней поверхности грудной клетки до центра патологического образования
- эта величина соответствует глубине среза в соответствующем положении больного



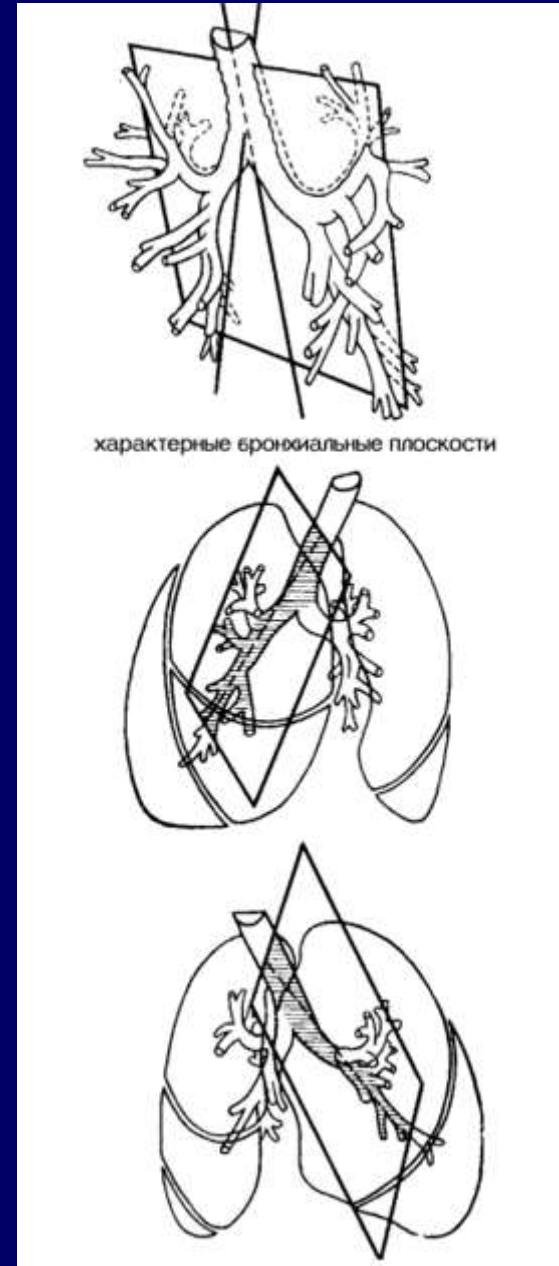
Линейная томография

- Томография поражений, расположенных в легочной ткани
- Определение глубины срезов
- для томограмм в боковой проекции:
- на обзорной рентгенограмме измеряют расстояние от линии остистых отростков до середины патологической тени
- пациента укладывают в боковой проекции и измеряют расстояние от дэки томографического стола до линии остистых отростков
- из второй величины вычитают первую
- полученный результат является глубиной среза



Линейная томография

- Томография корней легких и трахеобронхиального дерева
- проводится в **двуих стандартных проекциях** – прямой и соответствующей боковой
- необходимо учитывать, что четкое изображение бронхов может быть получено, только если плоскость их ветвления совпадает с плоскостью томографируемого слоя
- выделяют так называемую «характерную бронхиальную плоскость» или «характерный трахеобронхиальный слой»



Линейная томография

- Томография корней легких и трахеобронхиального дерева
- в этой плоскости располагается **трахея, ее бифуркация, главные и нижние долевые бронхи, паратрахеальные и нижние трахеобронхиальные лимфатические узлы**
- в **прямой проекции** бронхиальная плоскость в норме отклоняется от срединной фронтальной плоскости кзади под углом 8—20°
- в **боковой проекции** бронхиальная плоскость отклоняется от срединной сагиттальной плоскости латерально справа под углом 25—35°, слева — 35—50°



Линейная томография

- Томография корней легких и трахеобронхиального дерева
- основное значение имеет правильное определение глубины срединного (бифуркационного) среза:
- пациента укладывают на стол **на спину**, под поясничную область подкладывают валик для придания горизонтального направления **«характерным бронхиальным плоскостям»**
- находят точку на уровне первого межреберья (соединение грудины и ее рукоятки), измеряют расстояние от этой точки до дэки томографического стола (**H—переднезадний размер грудной клетки на вдохе**)



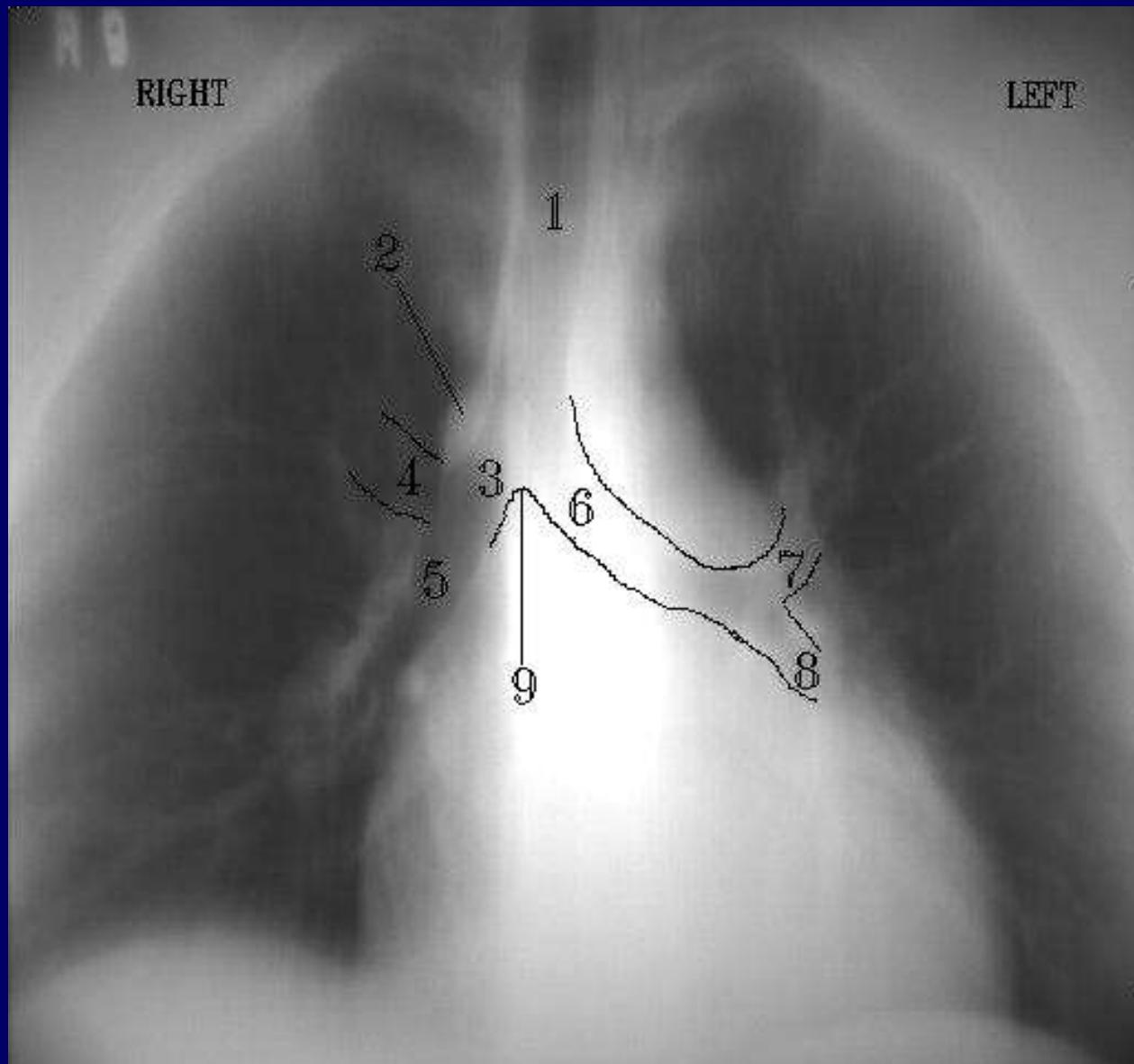
Линейная томография

- Томография корней легких и трахеобронхиального дерева
- Определение глубины срединного (бифуркационного) среза:
- Н делят пополам если $H = 22$
- если $H = 22 - 24$, то отнимают 1 см
- если $H > 22 - 24$, то отнимают 1,5 см - это и будет срединный срез
- затем производят еще две томограммы (всего не менее 3), с шагом 0,5 см кпереди и кзади от первого



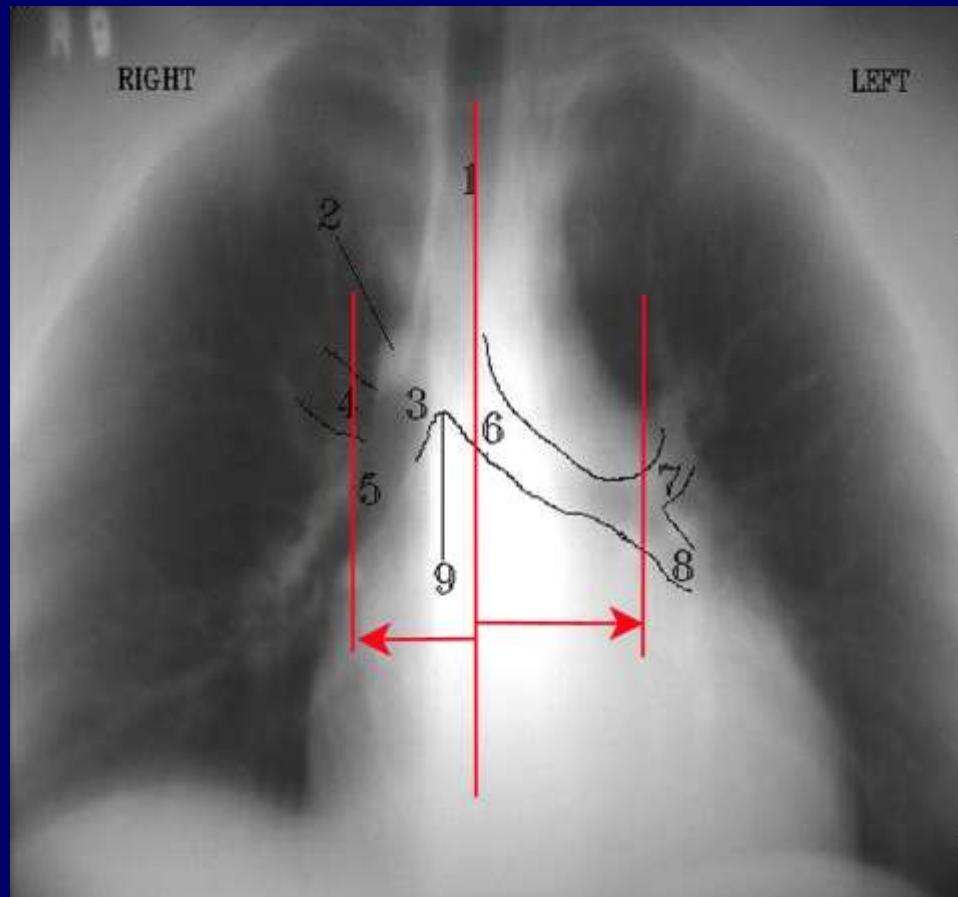
Линейная томография

- Томография корней легких и трахеобронхиального дерева
- Срединный томографический срез



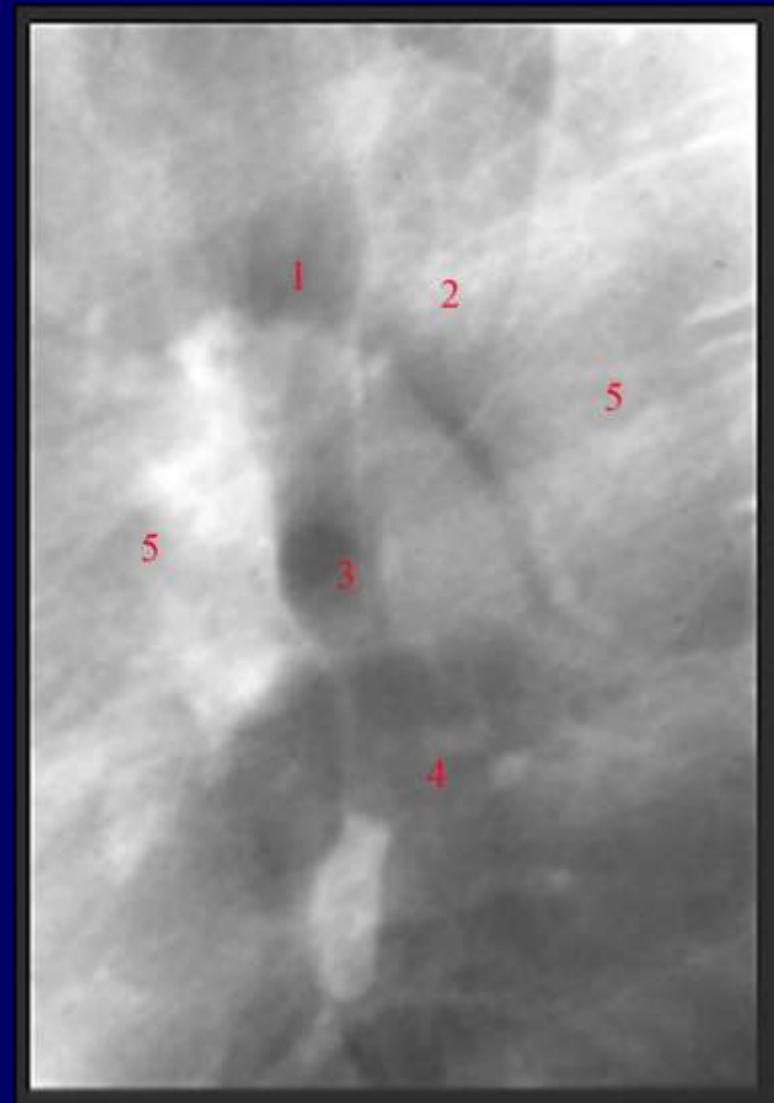
Линейная томография

- Томография корней легких и трахеобронхиального дерева
- для получения томограмм корней легких в боковых проекциях глубину среза определяют на прямых томограммах и измеряют:
 - расстояние от срединной линии (соединяющая остистые отростки) до промежуточного бронха справа либо нижнедолевого бронха слева
 - это расстояние, как правило, равно 4 - 6 см справа и 5 - 7 см слева



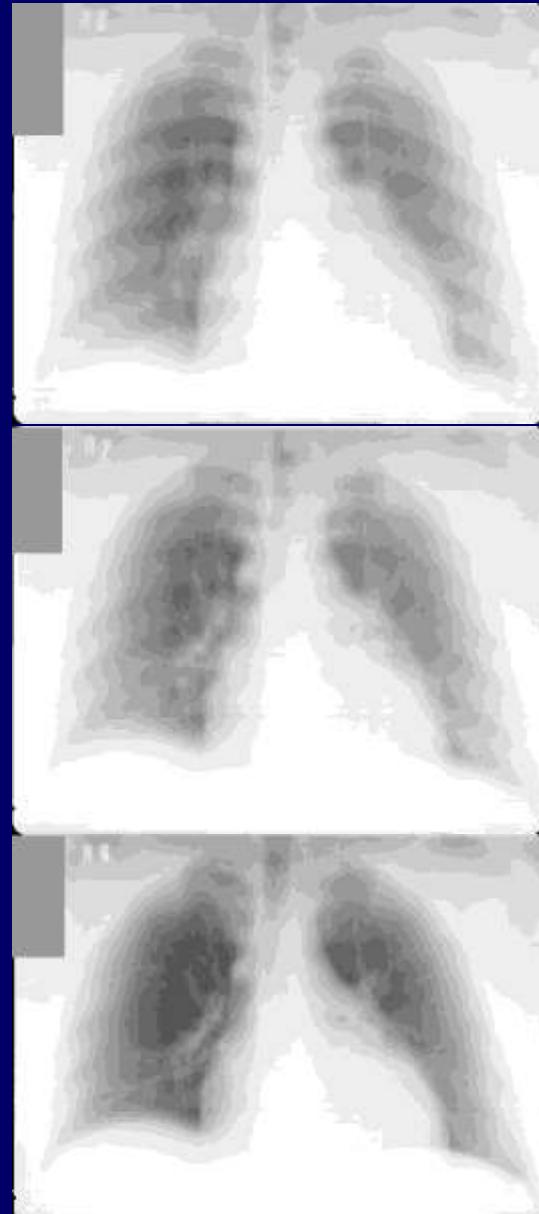
Линейная томография

- Томография корней легких и трахеобронхиального дерева
- обычно делают две томограммы
- получают изображение трахеи (1), верхнедолевого бронха (2), главного бронха (3), нижнедолевого или промежуточного бронха (4), легочных артерий (5) и сегментарных бронхов
- для получения изображения долевых, сегментарных и субсегментарных бронхов в большинстве случаев используются косые проекции, так как большинство их расположено косо по отношению к фронтальной и сагиттальной плоскостям



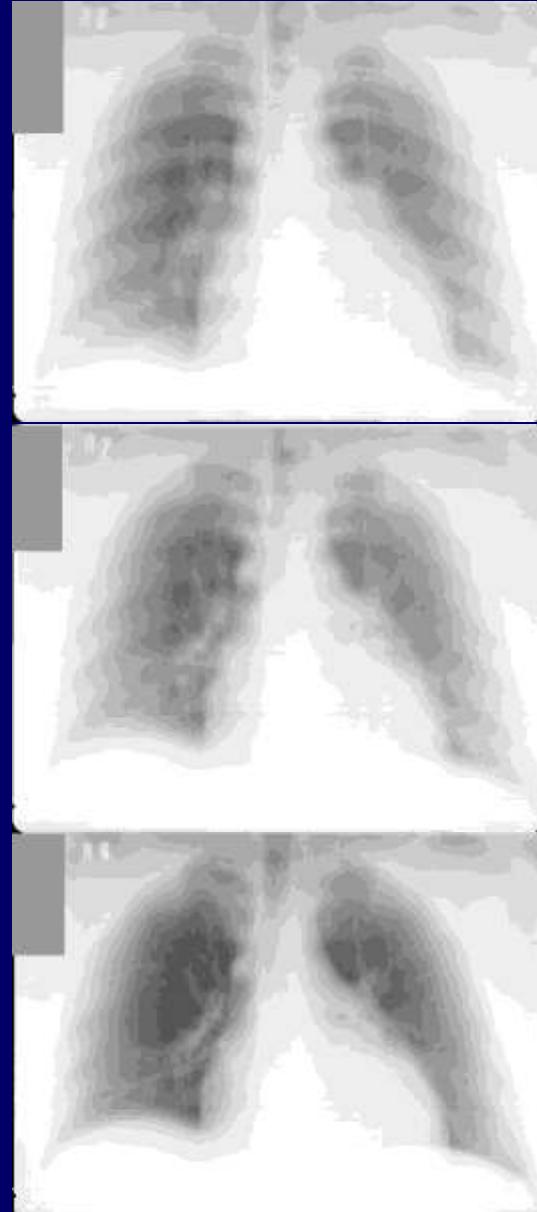
Зонография

- методика послойного исследования легких с выделением толстого томографического слоя
- угол качания трубки составляет 7 – 10°, толщина выделяемого слоя возрастает в 4 – 5 раз
- проводят в прямой, боковой и косой проекциях с продольным и поперечным направлением размазывания в зависимости от цели исследования



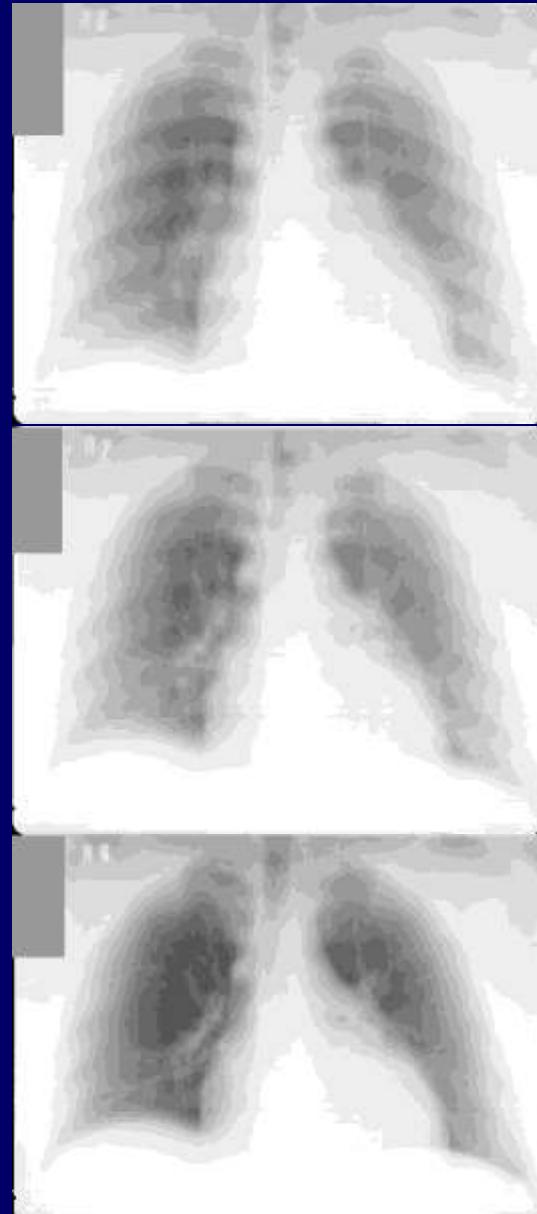
Зонография

- Преимущества:
- позволяет избежать ошибок в "попадании в срез" на 1 – 2 см, **несовпадения «характерной бронхиальной плоскости» с уровнем среза** до 15°
- легче **получить изображение просветов бронхов, проследить ход сосудов, определить структуру и контуры образований легких**
- можно **обойтись меньшим количеством срезов**, что позволяет снизить лучевую нагрузку на больного
- более целесообразна при **определении распространенности процесса** – достаточно 4 - 5 срезов с шагом в 3 – 4 см, чтобы покрыть все легкое



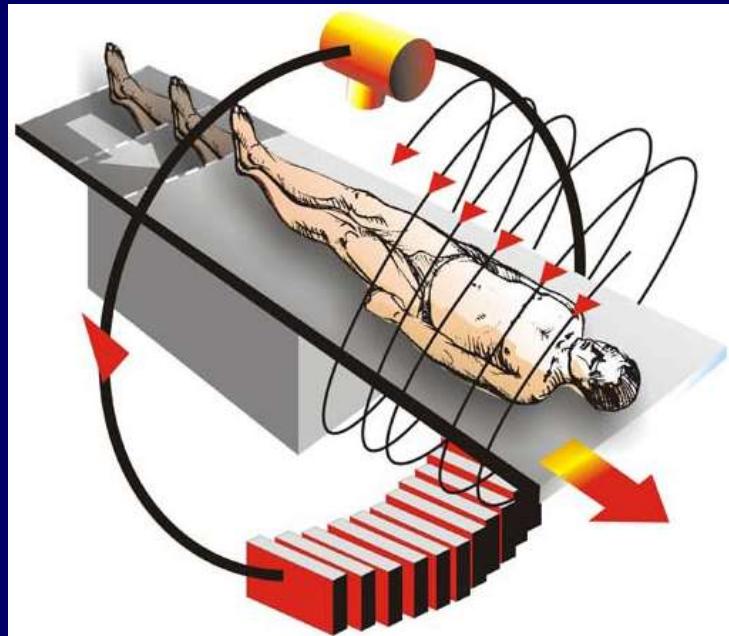
Зонография

- Недостатки:
- **суперпозиция** теней сосудов, бронхов и стромы легких, которая затрудняет оценку структуры объектов в паренхиме легких
- **низкая информативность** при оценке изменений в области верхушек легких, образований вблизи ребер и ключиц, очаговых теней диаметром 0,3 см и меньше



Рентгеновская компьютерная томография

- метод получения изображения слоев организма при помощи вращения рентгеновской трубки вокруг тела пациента и компьютерной обработки множественных изображений
- позволяет получать тонкие послойные изображения в аксиальной плоскости, приближенные к истинному анатомическому слою тканей
- при диагностике заболеваний легких считается уточняющим методом второй очереди



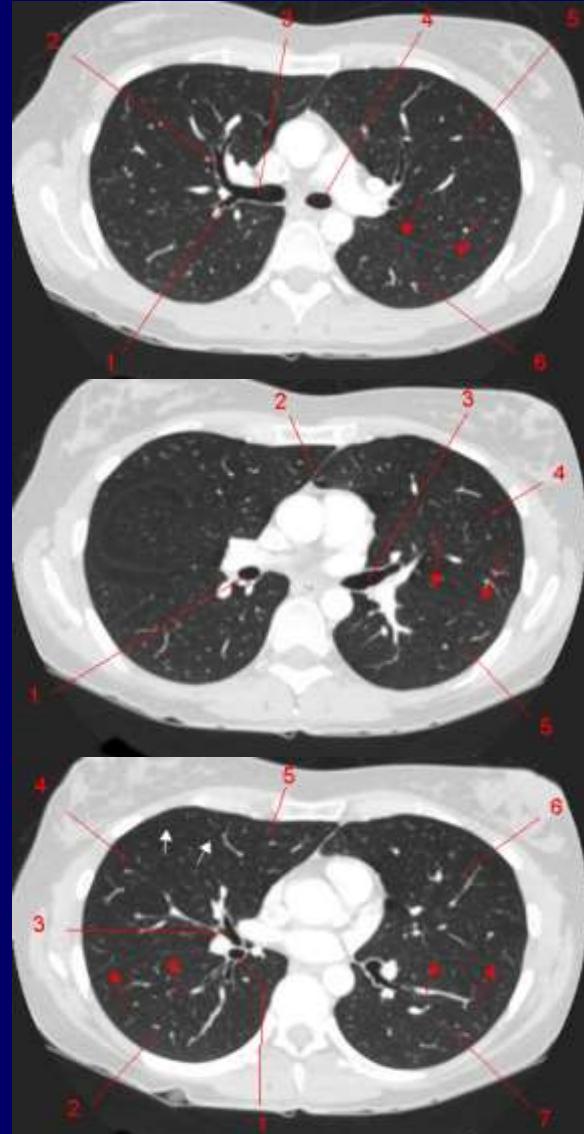
Рентгеновская компьютерная томография

- характерен высокий тканевой контраст, высокая чувствительность к обызвествлениям
- высокая степень разрешения, возможность количественной оценки плотности тканей в единицах Хаунсфилда
- возможна цифровая обработка изображения, реконструкция изображений в других плоскостях
- возможно проведение «виртуальной бронхоскопии»



Рентгеновская компьютерная томография

- Нормальная РКТ картина:
- характеризуется симметричностью картины легочной паренхимы справа и слева
- в легких хорошо дифференцируются сосуды, бронхи, междолевые плевральные листки, собственно легочная ткань, плотность которой в норме составляет -850 HU (-700 – -900 HU)
- в корнях легких визуализируются легочные артерии и вены, главные и долевые бронхи, не увеличенные лимфатические узлы не дифференцируются



Рентгеновская компьютерная томография

- Показания для РКТ органов грудной клетки:
- подозрение на **объемное образование легких, средостения, плевры, диафрагмы**
- **лимфоаденопатия неясного генеза**
- **синдром долевых и сегментарных затемнений**, когда обычного рентгенологического исследования недостаточно для постановки диагноза
- **уточнение наличия очагов отсея или полостей распада** при специфических поражениях легких и средостения
- **воспалительные заболевания легких и средостения**
- **выявление скрытого метастазирования в легкие и плевру** при наличии у больного злокачественной опухоли, имеющей склонность к метастазированию в данные органы

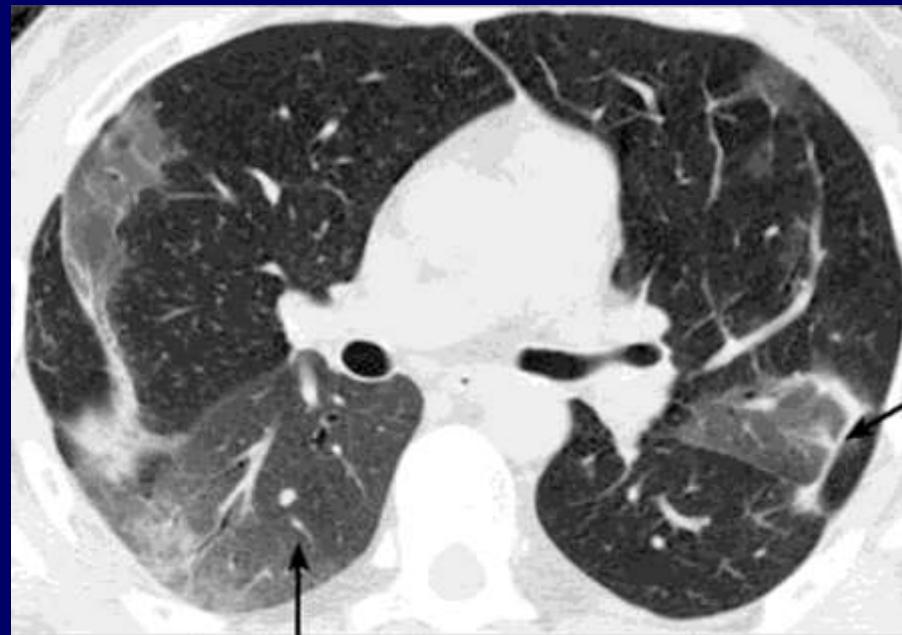
Рентгеновская компьютерная томография

- Показания для РКТ органов грудной клетки:
- оценка состояния легких и средостения у больных с массивным плевральным выпотом, предположительно опухолевого происхождения
- оценка распространения опухоли легкого на соседние структуры и выявление метастазирования во внутригрудные лимфатические узлы
- исключение скрытых метастазов в легкие в случаях рентгенологически обнаруженного одиночного метастаза в легкие
- выявление первичной опухоли легкого у больных с наличием злокачественных клеток в мокроте, но с отрицательными данными рентгенологического и бронхологического исследований
- подозрение на рецидив опухоли после перенесенной пульмонэктомии
- подозрение на опухоль плевры

Рентгеновская компьютерная томография



**Нижнедолевая крупозная
пневмония справа**



**Двухсторонняя
нижнедолевая
интерстициальная
пневмония**

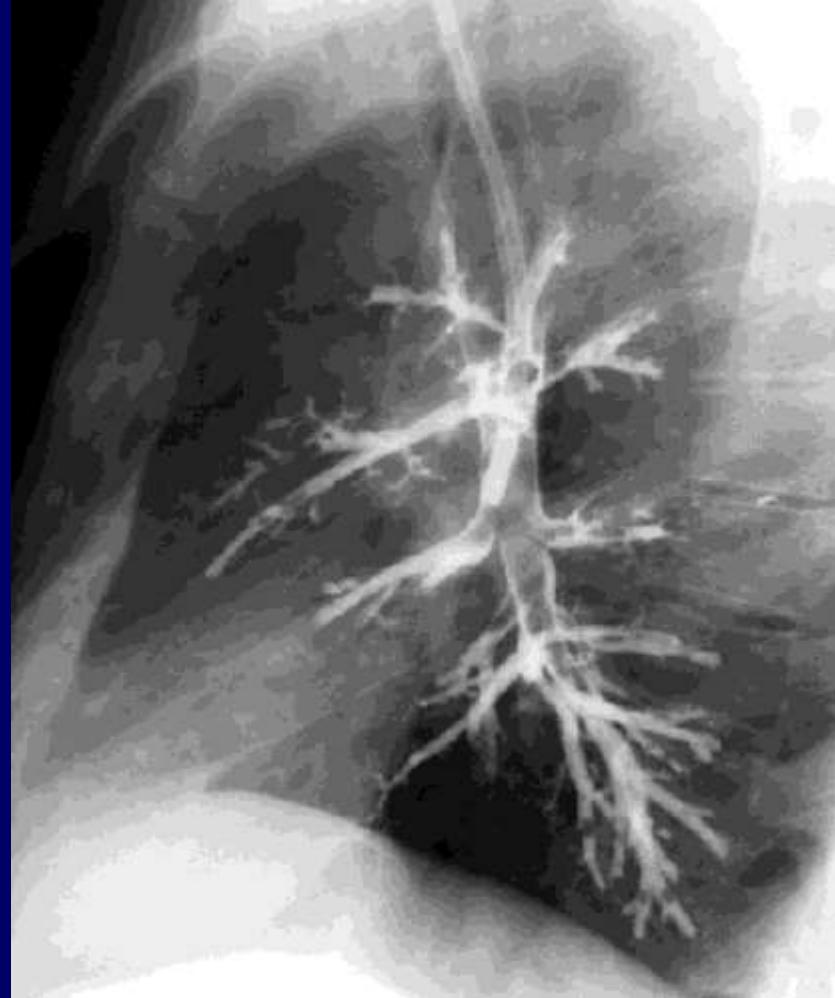
Бронхография

- рентгенологическое исследование трахеобронхиального дерева, основанное на введении в просвет трахеи и бронхов йодсодержащего рентгеноконтрастного вещества
- используются вязкие водорастворимые и масляные йодсодержащие препараты
- применяется относительно редко, из-за внедрения в клиническую практику гибких бронхоскопов и РКТ
- в основном, используется для диагностики аномалий развития бронхиального дерева и бронхоэктатической болезни



Бронхография

- в зависимости от методики и техники исследования различают ненаправленную (позиционную) бронхографию и направленную (селективную) бронхографию, которую проводят с помощью фибробронхоскопов
- проводится под местной анестезией, у детей до 8 – 10 лет - под общим наркозом
- после орошения полости рта и глотки местным анестетиком бронхоскоп или катетер проводят в трахею и инстилируют анестетик и контрастное вещество



Бронхография

- для заполнения контрастным веществом различных участков бронхиального дерева положение пациента в течение исследования несколько раз изменяют
- определяют размеры, форму, положение, контуры, состояние внутренних стенок бронхов
- оценивают их функцию, а также состояние дренируемых этими бронхами образований (полости абсцессов, кист, каверн, распавшегося рака)



Бронхография



Мешотчатые бронхоэктазы

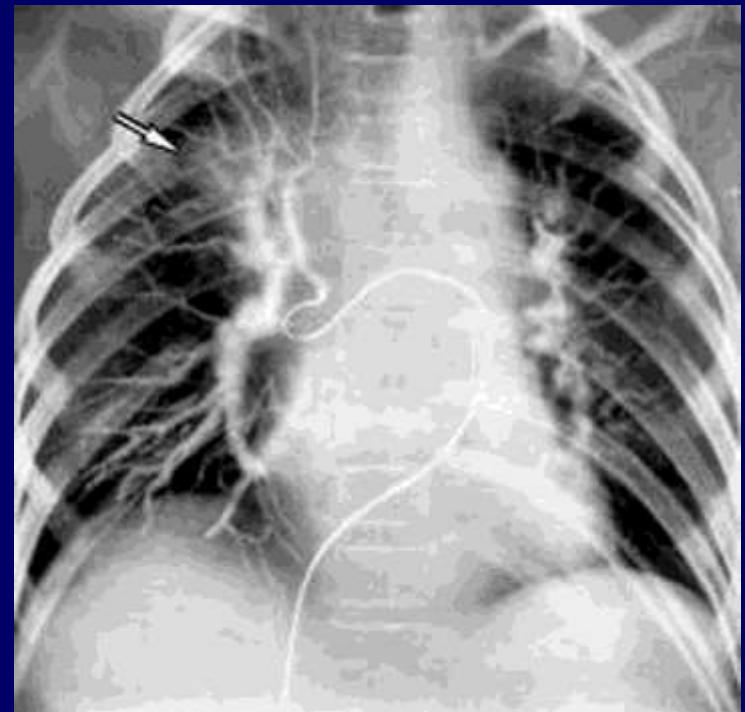
Ангиопульмография

- рентгенологическое исследование легочного кровообращения после введения йодсодержащего рентгеноконтрастного вещества в легочную артерию или одну из ее ветвей
- Показания:
- диагностика тромбоэмболии легочной артерии и ее ветвей
- аномалии и пороки развития сосудов малого круга кровообращения
- оценка состояния малого круга кровообращения перед оперативными вмешательствами по поводу врожденных пороков сердца



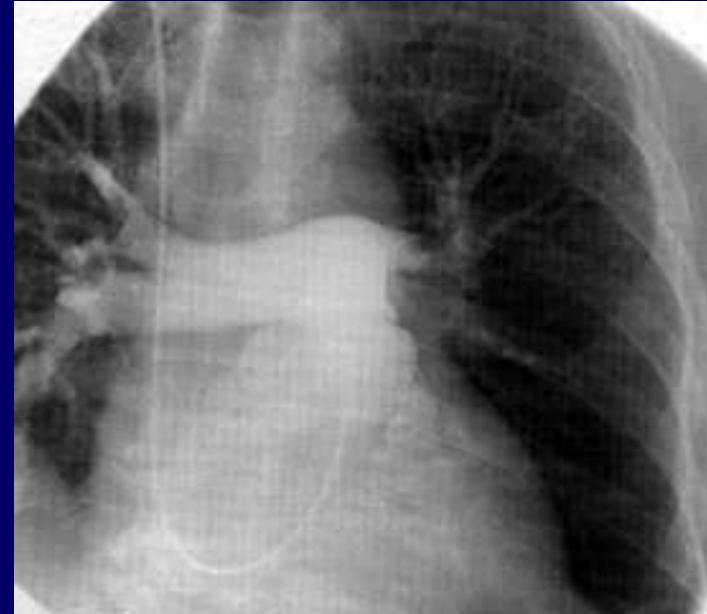
Ангиопульмография

- Общая ангиопульмография – введение контрастного вещества через любую периферическую вену
- Селективная ангиопульмография – венозная катетеризация бедренной, подключичной или яремной вены с последующим проведением катетера через правое предсердие и желудочек в легочную артерию и ее ветви
- Концевая ангиопульмография – разновидность селективной, когда катетер вводят в сосуд, непосредственно относящийся к зоне патологических изменений



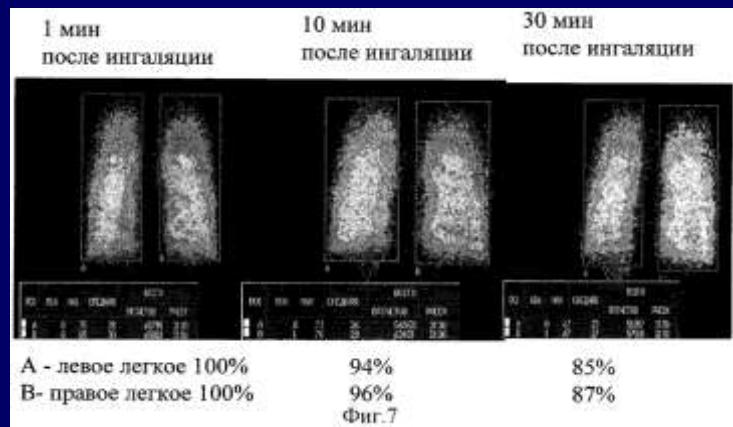
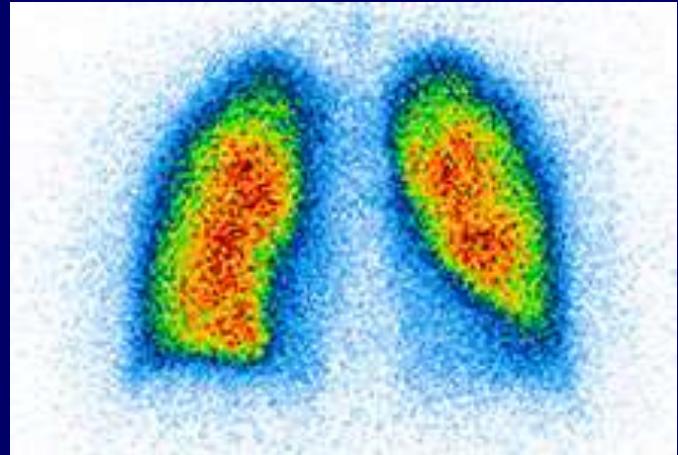
Ангиопульмография

- по мере распространения контраста по легочным сосудам и капиллярам выполняют серию снимков
- оценивают состояние кровотока по артериям (артериальная фаза), капиллярам (капиллярная фаза) и венам (венозная фаза)
- оценивают изменения в сосудах:
- сужение, деформация, наличие культи артерий
- неравномерность или отсутствие контрастирования с соответствующей зоной аваскуляризации
- замедление, уменьшение и перераспределение кровотока



Радионуклидное исследование

- радионуклидная визуализация, в основном, обеспечивает проведение функциональных исследований легких
- выделяют две основные методики:
- Ингаляционная сцинтиграфия легких
- исследование альвеолярной вентиляции с помощью ингаляции аэрозоля или воздушно-газовой смеси Tc-99m ДТРА
- газ заполняет все альвеолярные пространства и диффундирует в кровоток
- позволяет выявить обструкцию бронхиального дерева при хронических обструктивных заболеваниях



Радионуклидное исследование

- Перфузия легких
- изучение легочного кровотока после внутривенного введения частиц макроальбумина сыворотки человека, меченых Tc-99m
- меченные частицы вызывают микроэмболии легочных капилляров, распределяясь пропорционально кровотоку
- основная цель – диагностика ТЭЛА, инфарктов легких, выявление артериовенозных шунтов

