

# **ВВЕДЕНИЕ В ЛУЧЕВУЮ ДИАГНОСТИКУ**

**Лектор  
Янченко  
Анна Анатольевна**

# **Лучевая диагностика-**

**это наука о применении различных излучений с целью диагностики заболеваний человека.**

# Классификация излучений, применяемых в лучевой диагностике

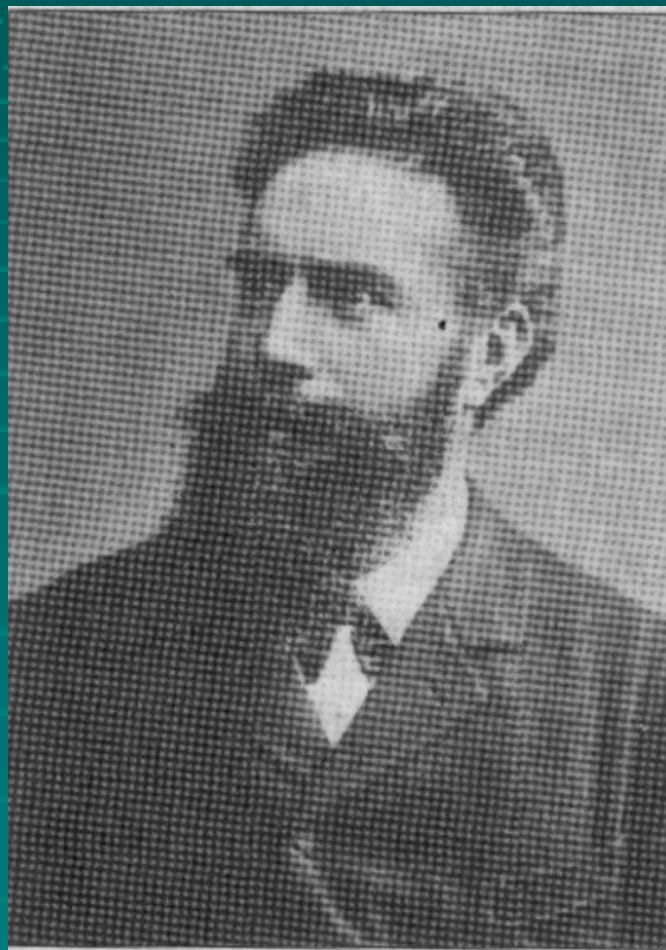
1. Ионизирующие излучения:  
рентгеновское излучение и гамма-излучение.
2. Неионизирующие излучения:
  - Магнитно-резонансное излучение
  - ультразвуковое излучение
  - инфракрасное излучение.

# Состав лучевой диагностики:

1. Рентгенодиагностика
2. ультразвуковая диагностика
3. магнитно-резонансная томография
4. тепловидение (термография)
5. радиоизотопная диагностика

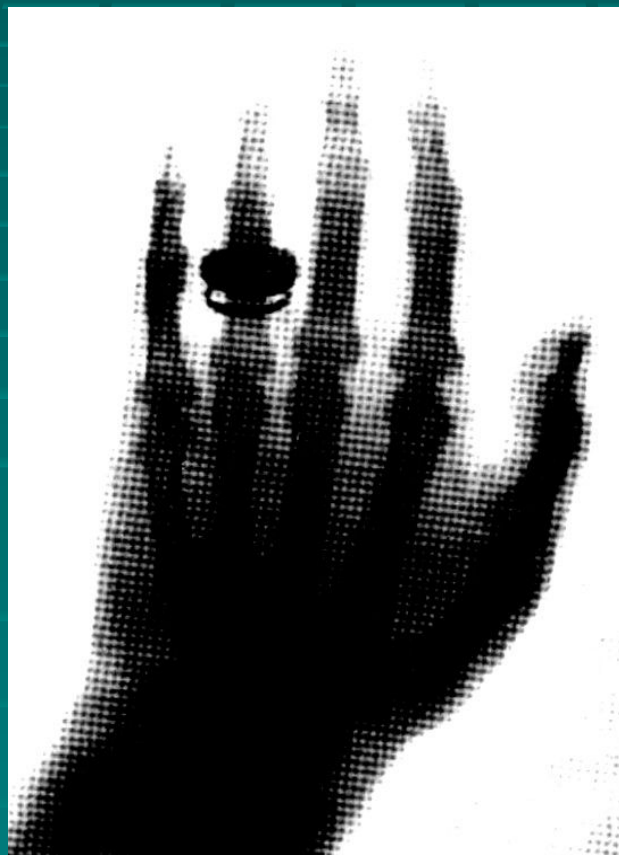
# Вильгельм Конрад Рентген

1845-1923 гг.



# Первый рентгеновский снимок

## Рентгенограмма кисти жены Рентгена Берты



## Рентгенодиагностика

Рентгеновское излучение – это электромагнитное излучение, которое представляет собой поток квантов (фотонов), распространяющихся прямолинейно со скоростью света (300 000 км/с). Эти кванты не имеют электрического заряда и вызывают ионизацию. В тканях человеческого организма ионизация может вызывать повреждения ДНК и клеток, но, кроме того, она обеспечивает неинвазивную визуализацию внутренних анатомических структур.

# Свойства рентгеновских лучей

1. Проникающее действие- способность проникать через различные среды
2. рентгеновские лучи способны поглощаться и рассеиваться. При поглощении часть рентгеновских лучей исчезает, передавая свою энергию веществу. При рассеивании часть лучей отклоняется от первоначального направления. Рассеянное излучение не несет полезной информации. Часть лучей полностью проходит через объект с изменением своих характеристик и формирует невидимое изображение.



**3. Флюоресцирующее действие-  
способность некоторых веществ  
светиться под действием  
рентгеновского излучения. Вещества,  
обладающие этими свойствами  
называются люминофорами и  
широко применяются в  
рентгенологии.**

**4. Фотохимическое действие –  
рентгеновские лучи воздействуют на  
галоиды серебра, вызывая  
химическую реакцию  
восстановления серебра.**

5. Ионизирующее действие вызывает распад нейтральных атомов на положительно и отрицательно заряженные ионы.
6. Биологическое действие напрямую связано с ионизирующим действием. Проходя через любую среду, в том числе через ткани человеческого организма, все ионизирующие излучения действуют принципиально, одинаково все они передают свою энергию атомам этих тканей, вызывая их возбуждение и ионизацию. Ионизированные атомы и молекулы обладают высокой химической активностью. Они вступают во взаимодействие друг с другом и окружающими атомами. Под влиянием облучения возникает большое количество высокоактивных свободных радикалов и перекисей. Поглощение энергии излучения и первичные радиационно-химические реакции совершаются практически мгновенно.

В клетках могут развиваться мутации, приводя к снижению их работоспособности или к появлению клеток с новыми качествами. Эти новые популяции клеток могут быть источником опухолевых заболеваний. Биологический эффект определяется в первую очередь величиной поглощенной дозы и ее распределением в человеческом теле. При равной дозе наибольшими последствиями сопровождается облучение всего тела.

# Потенциально вредные эффекты ионизирующего излучения

1 группа - стохастические  
эффекты

2 группа - детерминированные  
эффекты

# Стохастические эффекты

Эффекты, вероятность возникновения которых возрастает с увеличением лучевой экспозиции.

Примеры стохастических реакций – канцерогенез и генетические эффекты. Важное отличие этих эффектов состоит в том, что от дозы облучения зависит вероятность, но не тяжесть развивающегося состояния.

# Детерминированные эффекты

Детерминированные эффекты связаны с понятием пороговой дозы ионизирующего излучения, ниже которой эффект не наблюдается.

Выше пороговой дозы вероятность возникновения эффекта составляет фактически 100%, а тяжесть его проявления возрастает с увеличением дозы.

Кожные реакции (такие как эритема, эпиляция, десквамация), катаракта, фиброз и нарушения гемопоэза.

# Радиационная безопасность

-комплекс мероприятий при работе с применением радиоактивных веществ и других источников ионизирующих излучений, обеспечивающий снижение суммарной дозы от всех видов ионизирующего излучения до предельно допустимой дозы (ПДД).

# Способы защиты от ионизирующих излучений

- Существует три основных метода контроля внешней радиационной опасности. Они следующие:
  - а) Время.
  - б) Расстояние.
  - в) Экранирование.



# Защита временем

Контроль времени – это важный метод уменьшения облучения ионизирующим излучением. Путем уменьшения времени на работу с ИИИ, получаемые дозы можно сократить. Попросту говоря, доза излучения, полученная человеком, зависит от времени.

# Защита расстоянием

- **Контроль расстояния** – это еще один эффективный метод контроля внешнего облучения. Попросту говоря, чем больше расстояние от источника проникающей радиации, тем меньше общее облучение.

# Защита экранированием

Рентгеновское и гамма-излучения: Бетон, свинец, железо.

**Защитные экраны** имеют разнообразную конструкцию и могут быть стационарными, передвижными, разборными, настольными.

# Категории облучаемых лиц

- Установлены следующие категории облучаемых лиц:
- 1) персонал, т.е. лица непосредственно работающие с техногенными источниками (группа А) или в связи с условиями работы находящиеся в сфере их воздействия (группа Б);
- 2) все остальное население (группа В)

Перечень применяемой нормативно-технической документации, в соответствии с которой осуществляется работа в отделениях лучевой диагностики

1. Закон Республики Казахстан от 23 апреля 1998 г. № 219-1 «О радиационной безопасности населения»
2. Закон Республики Казахстан от 14 апреля 1997 г. № 93-1 «Об использовании атомной энергии».
3. Приказ Министерства здравоохранения РК № 381 от 12.10.1994 г. «О дальнейшем совершенствовании и упорядочении службы лучевой диагностики».

# Нормативно-правовые документы

- Постановление Правительства РК от 3 февраля 2012 года № 201 Об утверждении гигиенических нормативов «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности»
- Постановление Правительства РК от 3 февраля 2012 года № 202 Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности»
- Постановление Правительства Республики Казахстан от 11 марта 2012 года № 308 Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к радиационно-опасным объектам"

- Постановление правительства «Правила контроля и учета индивидуальных доз облучения, полученных гражданами при работе с источниками ионизирующего излучения, проведения медицинских рентгенологических процедур, а также обусловленных радиационным фоном» № 1277 от 19.12.2003 г.

# Категории радиационных объектов

- По потенциальной радиационной опасности устанавливается четыре категории объектов:
- 1) к I категории относятся радиационные объекты, при аварии на которых возможно их радиационное воздействие на население и потребоваться меры по его защите;
- 2) ко II категории относятся объекты, при аварии на которых радиационное воздействие ограничивается территорией санитарно–защитной зоны;
- 3) к III категории относятся объекты, радиационное воздействие которых ограничивается территорией объекта;
- 4) к IV категории относятся объекты, радиационное воздействие от которых ограничивается помещениями, где проводятся работы с источниками излучения.



# Санитарно-эпидемиологические требования по обеспечению радиационной безопасности

По степени потенциальной опасности радиационных объектов рентгенодиагностические и рентгенотерапевтические кабинеты относятся к IV категории.

Система обеспечения радиационной безопасности при проведении медицинских рентгенологических исследований основана на реализации принципов: нормирования допустимых доз облучения, их обоснования и оптимизации

**При рентгенологических исследованиях должны соблюдаться следующие требования:**

- 1) исследования проводятся по клиническим показаниям, по назначению лечащего врача и с согласия пациента;
- 2) Выбираются наиболее щадящие режимы исследований;
- 3) Риск отказа от рентгенологического исследования должен заведомо превышать риск от облучения при его проведении.

## Безопасность работы в рентгеновском кабинете обеспечивается посредством:

1. Применения рентгеновской аппаратуры и оборудования, отвечающих требованиям технических и санитарно-эпидемиологических нормативов;
2. Обоснованного набора помещений, их расположения и отделки;
3. Использования оптимальных физико-технических параметров работы рентгеновских аппаратов;
4. Применения стационарных, передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты персонала, пациентов и населения;
5. Соблюдения правил эксплуатации коммуникаций и оборудования;
6. Контроля доз облучения персонала и пациентов.

# Санитарно-эпидемиологические требования по обеспечению радиационной безопасности персонала

1. К работе по эксплуатации рентгеновского аппарата допускаются лица старше 18 лет, имеющие документ о соответствующей подготовке, прошедшие инструктаж и проверку знаний правил по обеспечению безопасности.
2. При выявлении отклонений в состоянии здоровья, препятствующих продолжению работы в рентгеновском кабинете, вопрос о временном или постоянном переводе этих лиц на работу вне контакта с излучением решается в каждом отдельном случае индивидуально.

3. Женщины освобождаются от непосредственной работы с рентгеновской аппаратурой на весь период беременности и грудного вскармливания ребенка.
4. Персонал рентгеновского кабинета проходит инструктаж по технике безопасности и радиационной безопасности.
5. Лица проходящие стажировку и специализацию в рентгеновском кабинете, а также учащиеся высших и средних специальных учебных заведений медицинского профиля допускаются к работе после прохождения вводного и первичного инструктажа по технике безопасности и радиационной безопасности. Для студентов и учащихся, проходящих обучение с источниками ионизирующих облучений, годовые дозы не должны превышать значений, установленных для персонала группы Б.

## ***Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности пациентов и населения***

- 1. При необоснованном направлении на рентгеновское исследование (отсутствие диагноза) врач-рентгенолог должен отказать в проведении рентгенологического исследования, предварительно проинформировав об этом лечащего врача и зафиксировав отказ в истории болезни (амбулаторной карте).**
- 2. Дозы облучения пациента регистрируются в листе учета дозовых нагрузок на пациента при рентгенологических исследованиях, являющемся обязательным приложением к его амбулаторной карте, истории болезни, и в журнале учета ежедневных рентгенологических исследований. При выписке больного из стационара или после рентгенологического исследования значение дозовой нагрузки вносится в выписку.**

3. С целью предотвращения необоснованного повторного облучения пациентов на всех этапах медицинского обслуживания учитываются результаты ранее проведенных рентгенологических исследований и дозы, полученные при этом в течение года. При направлении больного на рентгенологическое исследование, консультацию или стационарное лечение, при переводе больного из одного стационара в другой результаты рентгенологических исследований (описание, снимки) передаются с амбулаторной картой или выпиской из нее.

4. Установленный норматив годового профилактического облучения при проведении профилактических медицинских рентгенологических исследований и научных исследований практически здоровых лиц 1 мЗв.
5. Проведение профилактических обследований методом рентгеноскопии не допускается.



7. При достижении накопленной дозы медицинского диагностического облучения пациента 500 мЗв принимаются меры по дальнейшему ограничению его облучения, если лучевые процедуры не диктуются жизненными показаниями.

8. При получении лицами из населения эффективной дозы облучения за год более 200 мЗв или накопленной дозы более 500 мЗв от одного из основных источников облучения или 1000 мЗв от всех источников облучения, проводится медицинское обследование.

.

9. В целях защиты кожи при рентгенологических процедурах должны соблюдаться минимальные допустимые расстояния от фокуса рентгеновской трубки до поверхности тела пациента.
10. Результаты рентгенологических исследований и дозы облучения, полученные больным в предшествующий год прилагаются к документации при направлении на санитарно-курортное лечение и на врачебно-трудовую экспертную комиссию

**11. Рентгенологические исследования желудочно-кишечного тракта, урография, рентгенография тазобедренного сустава и другие исследования, связанные с лучевой нагрузкой на гонады, должны проводиться в первой декаде менструального цикла.**

**12. Рентгенологическое исследование беременным проводится во второй половине беременности по клиническим показаниям.**

**13. В первой половине беременности рентгенологические исследования проводятся при необходимости оказания скорой или неотложной помощи и если решен вопрос о прерывании беременности.**

14. Доза, полученная плодом при рентгенологическом исследовании беременной, не должна превышать 1 мЗв.
15. Рентгенологические исследования детей в возрасте до 12 лет выполняются в присутствии их законных представителей или медицинского работника.
16. При рентгенологических исследованиях детей младшего возраста применяются специальные иммобилизирующие приспособления.
17. При проведении рентгенологических исследований не допускается пребывание в процедурной комнате более одного пациента

## КОНТРОЛЮ И УЧЕТУ ПОДЛЕЖАТ:

- индивидуальные дозы облучения, полученные гражданами при воздействии на них различных источников ионизирующего излучения
- индивидуальные дозы облучения граждан и персонала организаций, обусловленные техногенно-измененным радиационным фоном;
- индивидуальные дозы облучения граждан при проведении медицинских рентгенологических процедур;
- индивидуальные дозы облучения, полученные гражданами и персоналом организации при радиационных авариях.

# Дозиметрия

Дозиметрия-это измерение дозы излучения.

Существуют различные виды дозиметрии:

1. Физическая дозиметрия
2. Химическая дозиметрия
3. Биологическая дозиметрия

Физический метод основан на оценке степени ионизации вещества под влиянием ионизирующих излучений.

Химические методы регистрируют разложение различных химических соединений под воздействием излучений: степень почернения пленки и т.д.

Биологические методы базируются на определении функциональных изменений, возникающих в организме под влиянием облучения (изменение количества кровяных клеток и т.д.)

Дозиметр индивидуальный –устройство измерения персональной лучевой нагрузки, состоит из внешнего детектора, укрепляемого на одежде персонала и измерительного устройства. В качестве детектора применяется ионизационная камера, пленка и т.д.



## Порядок осуществления контроля и учета индивидуальных доз облучения, полученных персоналом при работе с источниками ионизирующего излучения

- Индивидуальный контроль за облучением персонала организации в зависимости от характера работ включает индивидуальный контроль за дозой внешнего бета, гамма, рентгеновского и нейтронного излучений, также смешанного излучения с использованием индивидуальных дозиметров или расчетным путем.
- Для проведения индивидуального дозиметрического контроля в организациях используют индивидуальные дозиметры, которые фиксируются на одежде персонала. Место расположения дозиметров зависит от характера выполняемой работы.
- Персоналу необходимо соблюдать установленный в организации порядок использования индивидуальных дозиметров.
- Суммарные дозы, полученные персоналом за время контроля, регистрируются ежеквартально.

**Предел эффективной дозы для персонала составляет 20 миллизиверт (мЗв в год) в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год и не более 100 мЗв за 5 лет.**

**В целом за период трудовой деятельности персонала в течение 50 лет эффективная индивидуальная доза не должна превышать 1000 мЗв.**

## Система рентгенологического исследования состоит из:

1. рентгеновского аппарата с излучателем (трубкой)
2. объекта исследования (пациента)
3. приемника излучения

# Классификация рентгенологических аппаратов

## 1 Общего назначения

- переносные
- передвижные
- разборные
- стационарные(универсальные, специализированные)

## 2 По исследуемой области

- черепные
- дентальные
- маммографические
- урологические

## 3 По возрасту пациента

- педиатрические

## 4 По методам исследования

- флюорографические
- ангиографические
- томографические

## Источник рентгеновского излучения

Рентгеновская трубка содержит вольфрамовую нить (катод) и металлическую мишень (анод), также обычно сделанную из вольфрама. Нить нагревается электрическим током, а между катодом и анодом подается высокое напряжение. Высокое напряжение ускоряет электроны, вылетающие из нити, в направлении к аноду. Когда они падают на анод, испускается тормозное и характеристическое (характеризующее металл анода) рентгеновское излучение. Рентгеновская трубка со всех сторон окружена защитным кожухом, за исключением маленького выходного окна.

**Объектом исследования в медицинской практике является пациент. Это может быть здоровый человек которого обследуют с целью исключения скрыто протекающих заболеваний или больной. При прохождении через тело человека пучок рентгеновского излучения ослабляется, при этом тело человека представляет для излучения неоднородную среду.**

# Искусственное контрастирование объекта исследования

Для того чтобы получить дифференцированное изображение ткани, примерно одинаково поглощающих излучение, применяют искусственное контрастирование. В рентгенологической практике в настоящее время применяют следующие рентгенконтрастные средства.

# Классификация рентгенконтрастных средств

- Препараты сульфата бария- основной препарат для исследования пищеварительного тракта. Нерастворим в воде и пищеварительных соках.
- Йодсодержащие растворы органических соединений- это обширная группа препаратов (ультравист, омнипак, урографин и т.д.) их используют для контрастирования кровеносных сосудов и полостей.



- Иодированные масла – представляют собой эмульсии иодистых соединений в растительных маслах. Применяются при исследовании бронхов, полости матки, свищевых ходов.
- Газы- закись азота, углекислый газ, кислород, обычный воздух.

# Классификация методов рентгенодиагностики

1. Основные методы:
  - рентгенография
  - рентгеноскопия
  - флюорография
  - компьютерная томография
2. Дополнительные методы: томография
3. Специальные методы: все методы с применением контрастных веществ

**Рентгенография** -наиболее распространенный метод медицинской визуализации, при котором изображение получают на рентгеновской пленке.

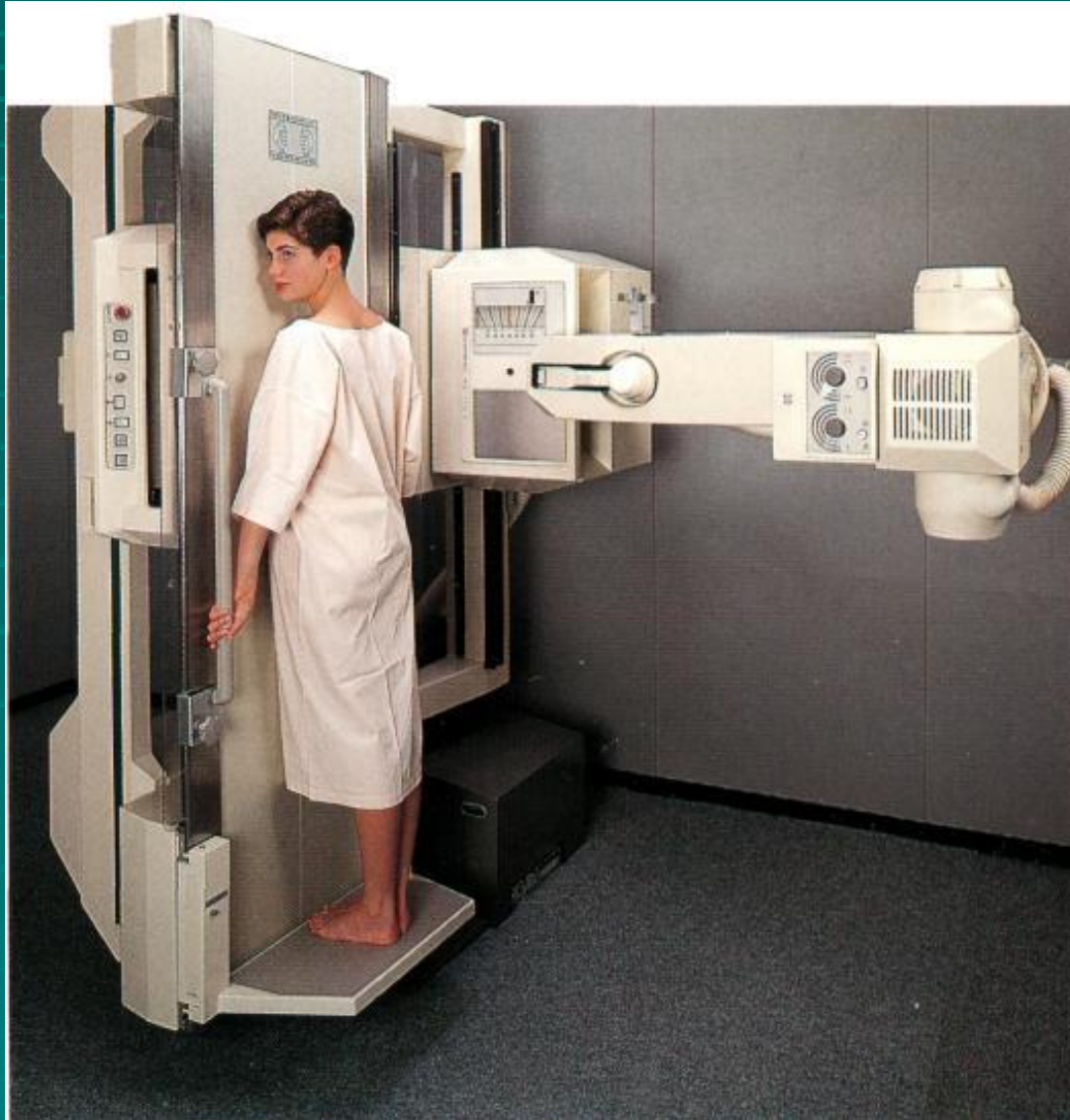
Рентгеновская пленка- гибкая триацетилцеллюлезная подложка, на которую с двух сторон нанесена светочувствительная эмульсия (равномерно распределенная в желатине взвесь микрокристаллов галогенидов серебра)

## Преимущества рентгенографии :

1. Высокая информативность в выявлении мелких деталей
2. Возможность объективизации, последующего сравнения и наблюдения.

Рентгенограммы легких бывают обзорными и прицельными (рентгенография верхушек легких).

# Рентгенография



# Рентгеноскопия

**Рентгеноскопия легких** – метод рентгенологического исследования, при котором изображение получают на светящемся флюоресцирующем экране.

## Преимущества метода:

1. Функциональный метод исследования
2. Общедоступный и экономичный метод исследования

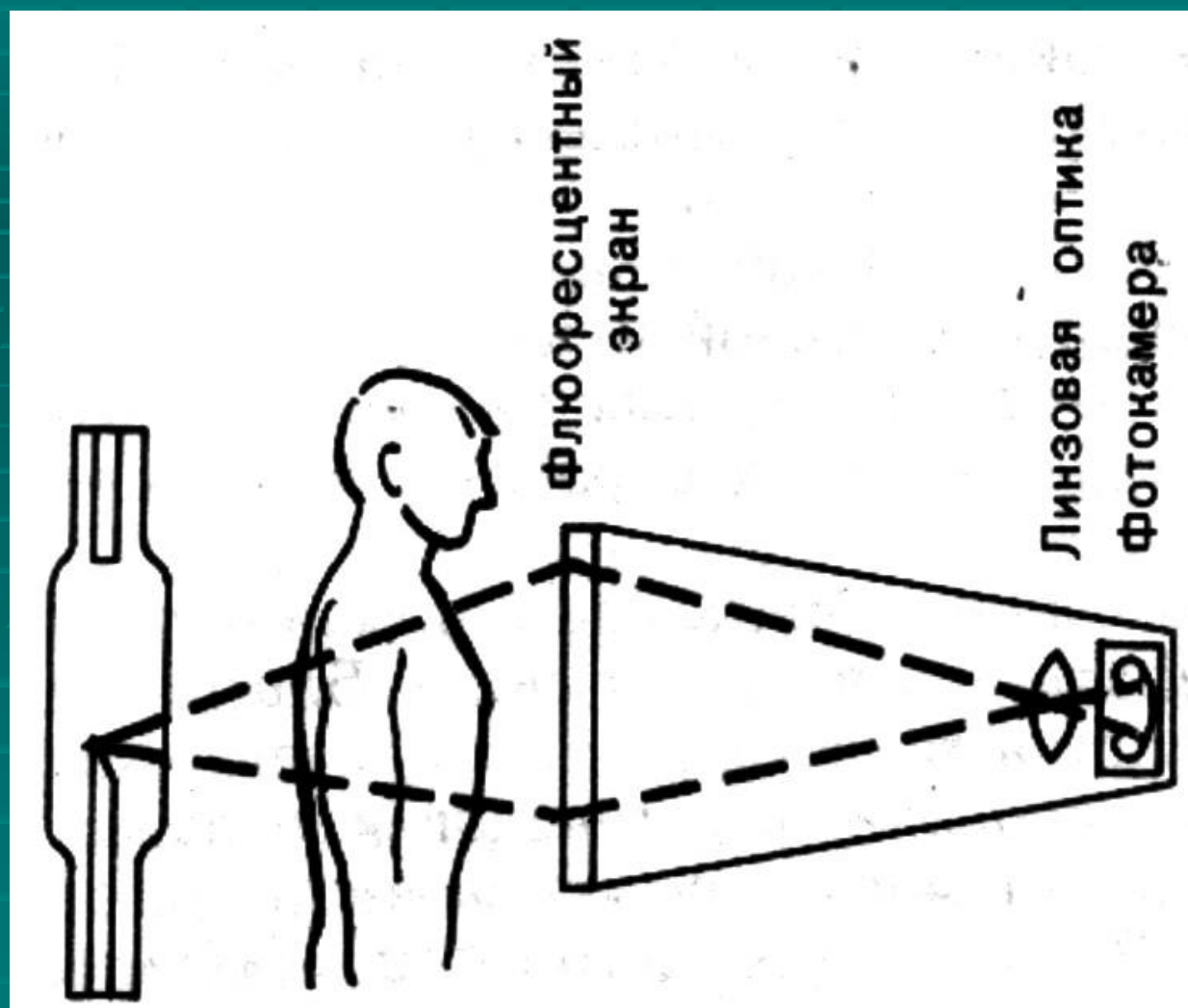
## Недостатки метода:

- большая лучевая нагрузка
- недокументированный метод

# Флюорография

Флюорография – метод рентгенологического исследования, заключающийся в фотографировании изображения с рентгеновского флюоресцентного экрана или экрана электронно-оптического преобразователя на фотопленку небольшого формата.

При наиболее распространенном способе флюорографии уменьшенные рентгеновские снимки – флюорограммы получают на специальном рентгеновском аппарате – флюорографе. В этом аппарате имеется флюоресцентный экран и механизм автоматического перемещения рулонной пленки. Фотографирование изображения осуществляется посредством фотокамеры на эту рулонную пленку с размером кадра 70 x 70 или 100 x 100 мм (рис.)



Принцип флюорографии (схема)



Основным назначением флюорографии в нашей стране является проведение массовых проверочных рентгенологических исследований, главным образом для выявления скрыто протекающих поражений легких. Такую флюорографию называют проверочной или профилактической. Она является способом отбора из популяции лиц с подозрением на заболевание, а также способом диспансерного наблюдения за людьми с неактивными и остаточными туберкулезными изменениями в легких, пневмосклерозами и т.д.

Готовые флюорограммы рассматривают на специальном фонаре – флюороскопе, который увеличивает изображение. Из общего контингента обследованных отбирают лиц, у которых по флюорограммам заподозрены патологические изменения. Их направляют для дополнительного обследования, которое проводят на рентгенодиагностических установках с применением всех необходимых рентгенологических методов исследования.

**Важные достоинства флюорографии** – это возможность обследования большого числа лиц в течение короткого времени (высокая пропускная способность), экономичность, удобство хранения флюорограмм.

На территории Казахстана ежегодно проводятся сплошные профилактические обследования всех групп населения с 15 лет.

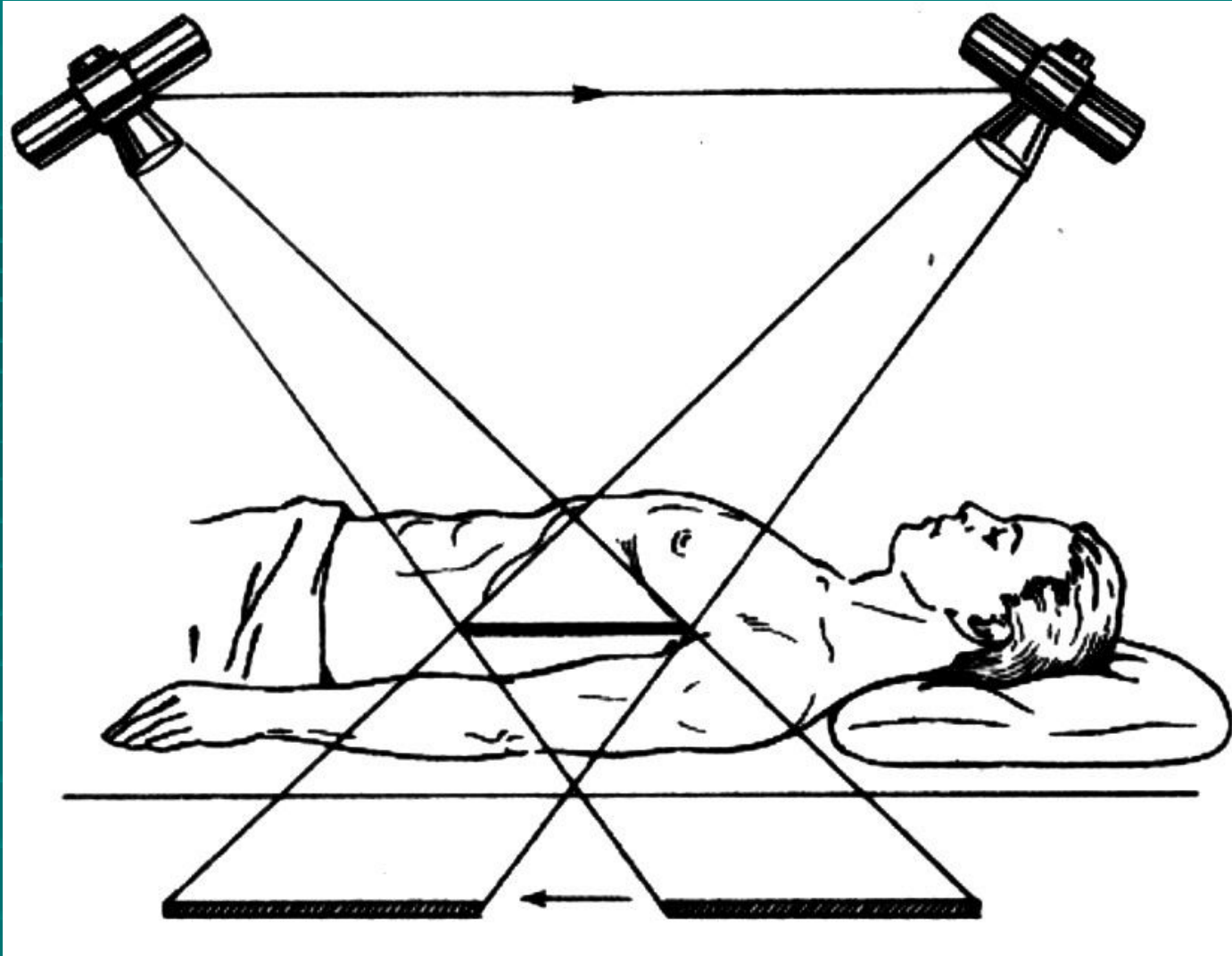
На территориях с напряженной эпидемиологической ситуацией по туберкулезу обследования проводятся ежегодно с 12-летнего возраста. Профилактическое флюорографическое исследование проводится в одной переднезадней проекции при умеренном вдохе. Запрещается проведение рентгенологических исследований, в том числе и профилактической флюорографии беременным женщинам

Лица, у которых обнаружены патологические тенеобразования в легких, с изменениями, подозрительными на наличие патологии, а также пациенты с туберкулезными изменениями, неясными с точки зрения их активности, подлежат направлению на контрольное рентгенологическое дообследование в рентгенологическое отделение. Вызов на дообследование производится сотрудником флюорографического кабинета через участковую сеть не позднее 48 часов после проведения флюорографии. Сроки дообследования для городской местности устанавливаются не более 10-14 дней, для сельской - не более 1 месяца с момента проведения профилактической флюорографии.

# Томография – послойное рентгенологическое исследование

**Томография** – это метод рентгенографии отдельных слоев человеческого тела. На обычной рентгенограмме получается суммационное изображение всей толщи исследуемой части тела. Изображения одних анатомических структур частично или полностью накладываются на изображение других. В силу этого теряется тень многих важных структурных элементов органов. Томография служит для получения изолированного изображения структур, расположенных в какой-либо одной плоскости, т.е. как бы для расчленения суммационного изображения на составляющие его изображения отдельных слоев объекта. Отсюда название метода – томография (от греч. *tomos* – слой).

Эффект томографии достигается посредством непрерывного движения во время съемки двух или трех компонентов рентгеновской системы – излучателя, пациента, пленки. Чаще всего перемещают излучатель (трубку) и пленку, в то время как пациент остается неподвижным. При этом излучатель и пленка движутся по дуге, линии или более сложной траектории, но обязательно во взаимно противоположных направлениях.



Принцип традиционной (линейной) томографии  
(схема)

При таком перемещении изображение большинства деталей на рентгенограмме оказывается нечетким, размазанным. А резкое изображение дают только те образования, которые находятся на уровне центра вращения системы трубка-пленка.

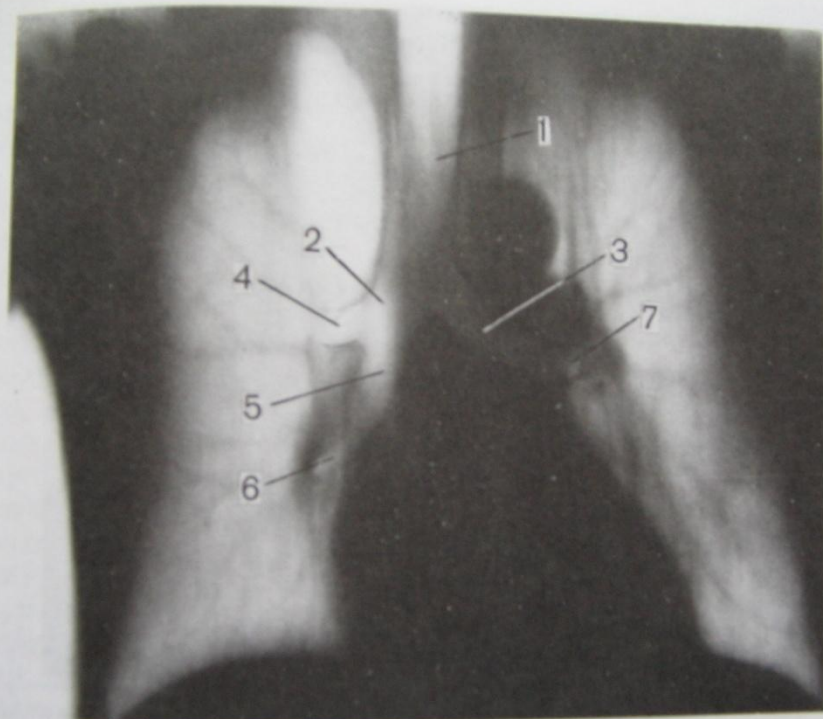


Томография – это дополнительный метод рентгенологического исследования, позволяющий уточнить структуру патологических образований.

# Линейная томография



# Линейная томография на уровне срединной фронтальной плоскости

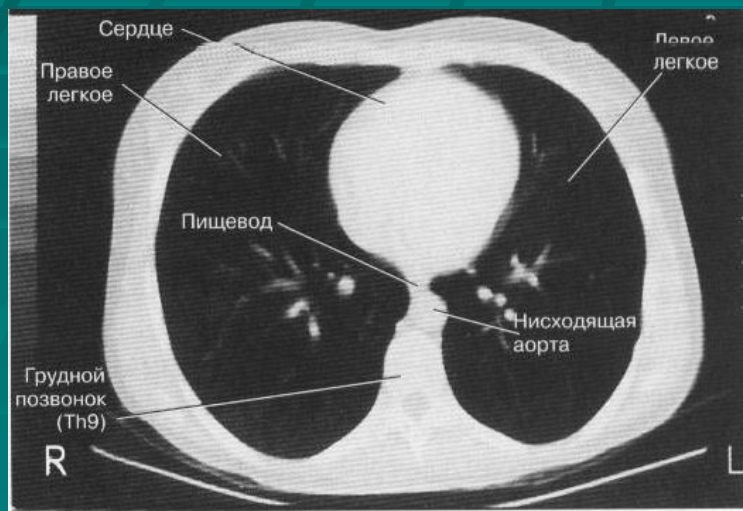


с. III.4. Томограмма на уровне срединной фронтальной плоскости грудной клетки.

- 1 – трахея
- 2 – правый главный бронх
- 3 – левый главный бронх
- 4 – верхнедолевой бронх
- 5 – нижний промежуточный бронх
- 6 – нижнедолевой бронх справа
- 7 – верхнедолевой бронх слева

# Компьютерная томография

- При КТ детекторы регистрируют количество рентгеновских квантов, поглощенных каждым элементарным объемом исследованной части тела. Выделяемый срез рассматривается как состоящий из маленьких кубиков ткани (воксели). Каждый детектор оценивает поглощение излучения в данном кубике. Компьютер подсчитывает среднюю величину поглощенной энергии и создает, как бы, карту коэффициентов поглощения излучения во всех кубиках.
- Для оценки относительных величин поглощения использую шкалу Хаунсфилда. По шкале Хаунсфилда за 0 принята плотность дистиллированной воды, за +1000 – плотность компактной костной ткани, за -1000 – плотность воздуха.



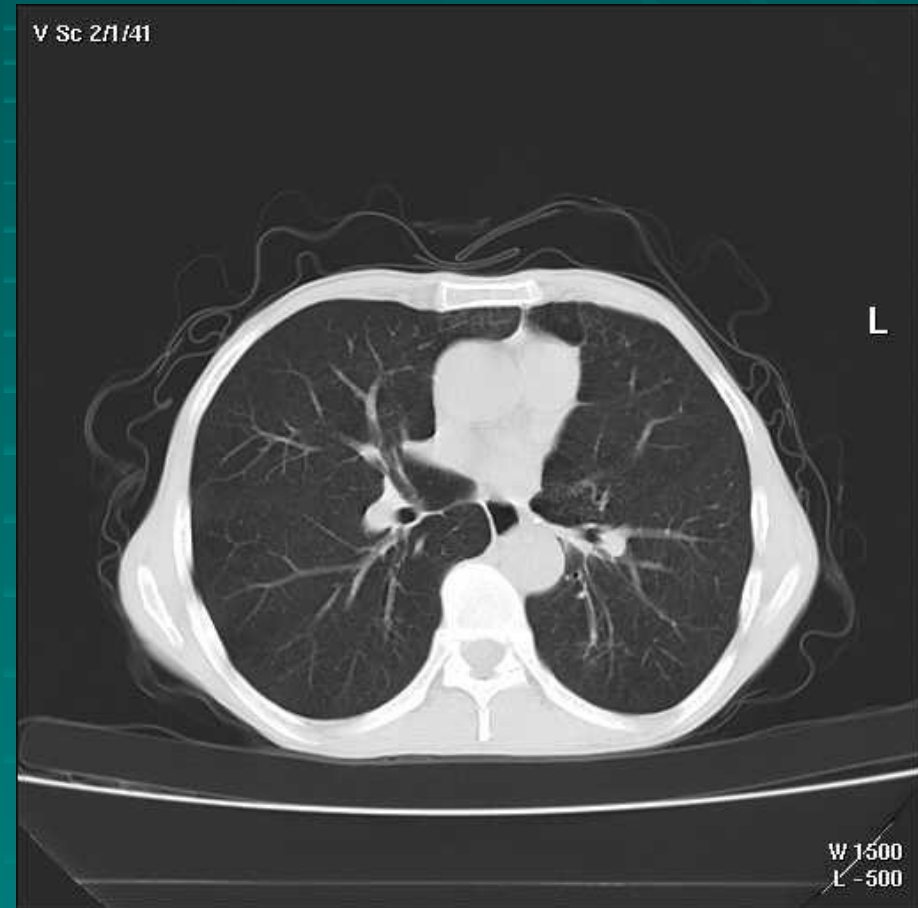
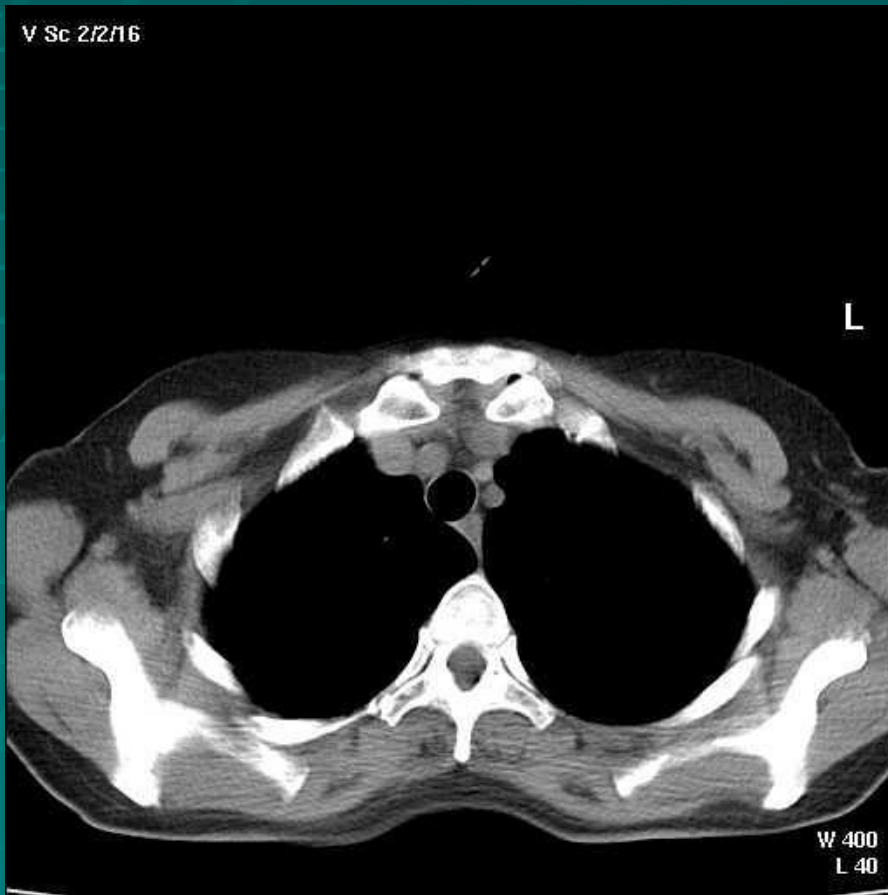
# Компьютерная томография

## Преимущества КТ

- 1.Получение послойных изображений высокого качества.
- 2.Высокая разрешающая способность по контрастности
- 3.Хорошая визуализация органов средостения
- 4.Измерение денситометрической плотности дает возможность оценить характер тканей (жировая ткань – 100 ЕД.Н., жидкость без взвеси 0-10 ЕД.Н. и т.д.)

# Компьютерная томография легких

Справа - плевральное окно  
Слева - легочное окно



# Специальные методы

- Бронхография-методика рентгенологического исследования бронхов после их искусственного контрастирования. Позволяет выявить различные патологические изменения бронхов.
- Синусография- контрастирование околоносовых пазух.
- Сиалография- контрастирование протоков слюнных желез

- Ирригоскопия-рентгенологическое исследование толстой кишки после заполнения сульфатом бария
- Холецистография-контрастирование желчного пузыря
- Холангоиграфия-контрастирование желчных протоков
- Экскреторная урография-рентгенологическое исследование мочевыделительной системы после внутривенного введения контрастного вещества



- Гистеросальпингография- контрастное рентгенологическое исследование матки и маточных труб
- Цистография-контрастное рентгенологическое исследование мочевого пузыря
- Ретроградная пиелография- рентгенологическое исследование мочеточников и лоханок почек после ретроградного контрастирования через мочевого катетер
- Флебография- контрастирование вен
- Фистулография-контрастирование свищевых ходов
- Ангиокардиография- контрастирование крупных сосудов и полости сердца

Спасибо за внимание!