



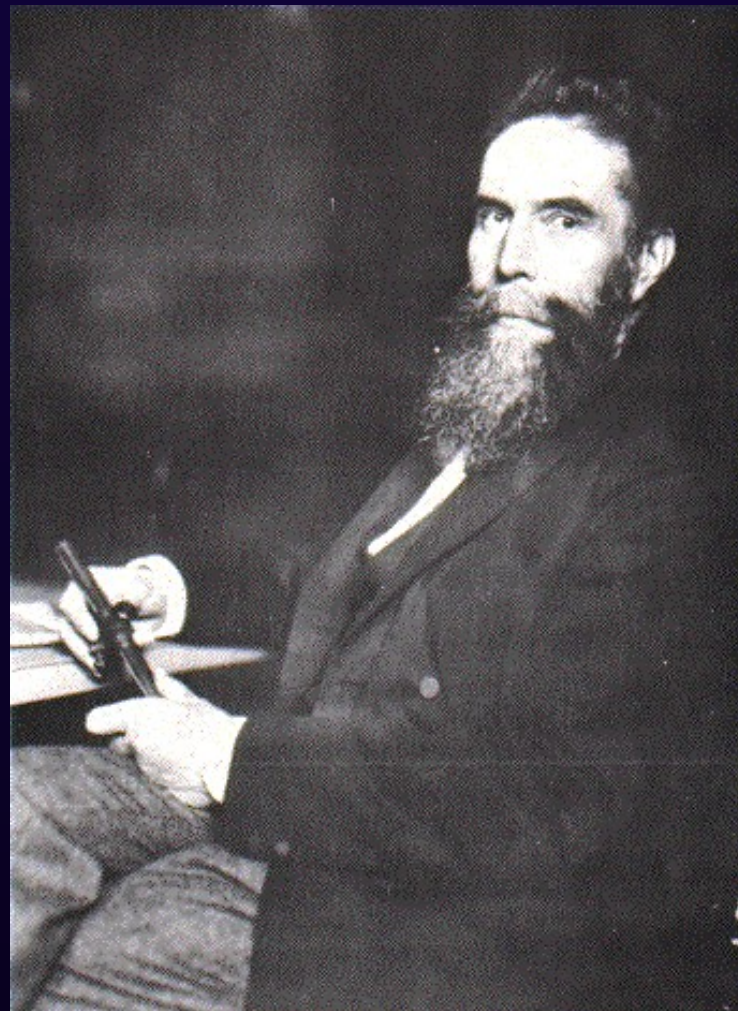
Лекция 1

# WILHELM CONRAD ROENTGEN

**Роден на 27 март 1845 в LENNEP,  
днес предградие на  
REMSHEID, Германия**

**Начално и основно образование  
получава в APELDORN,  
Холандия, тъй като  
родителите емигрират там.**

**През 1868 г. в Zurich, Швейцария  
завършва политехника и се  
дипломира като машинен  
инженер.**



# WILHELM CONRAD ROENTGEN

**Като ученик и студент не е проявявал изключителни дарби.**

**Като ученик на професор KUNDT – физик, ROENTGEN се увлича във физиката.**

**На 24 години получава научната степен PhD на тема “Проучване върху газовете”.**

**На 29 години се хабилитира и става “Privat-Dozent”**

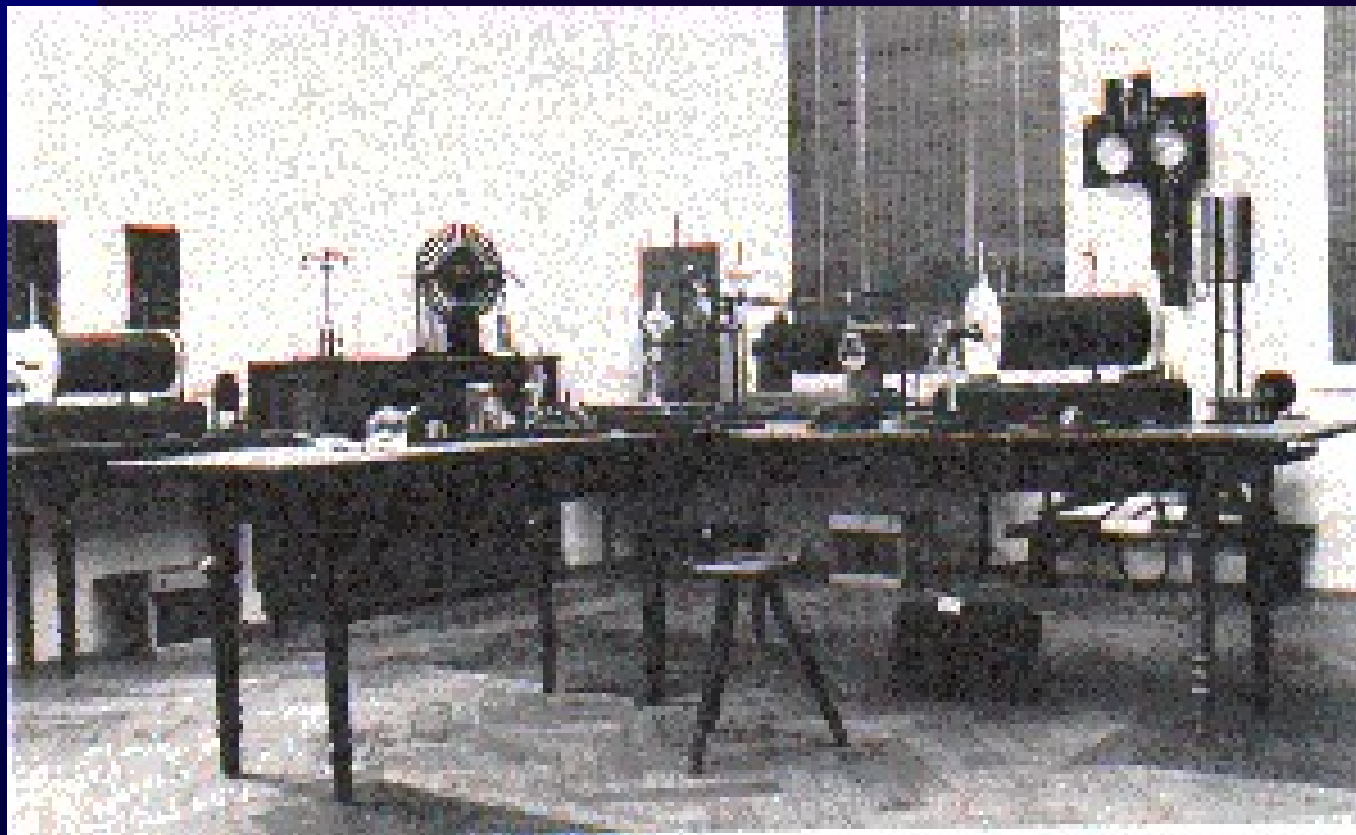
**На 43 години получава научното звание Full. Prof. и оглавява института по физика на Университета в Wurzburg.**

**На 8 ноември 1895 година – Върху един нов вид лъчи /”ON A NEW KIND OF RAYS”/**

**Женен, без деца.**

**Починал на 10 февруари 1923 година /на 78 години/ от рак на дебело черво.**

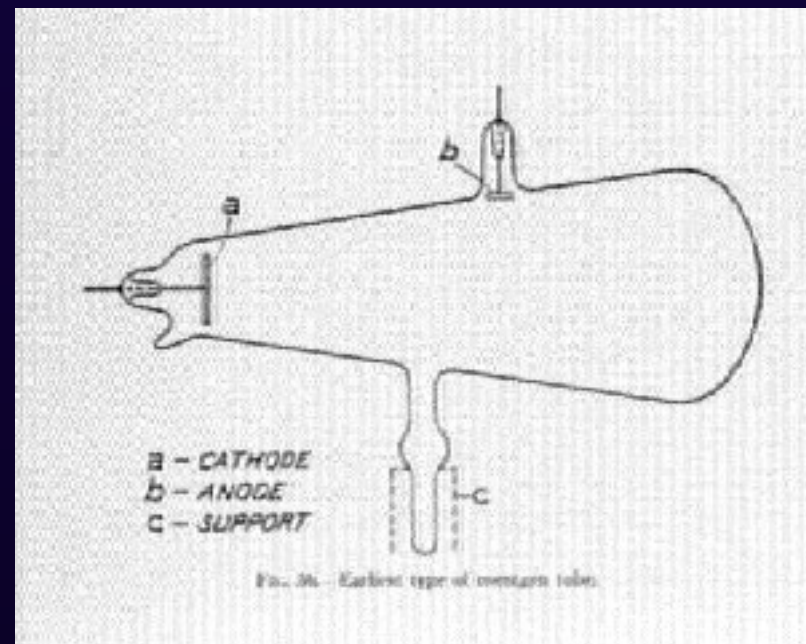
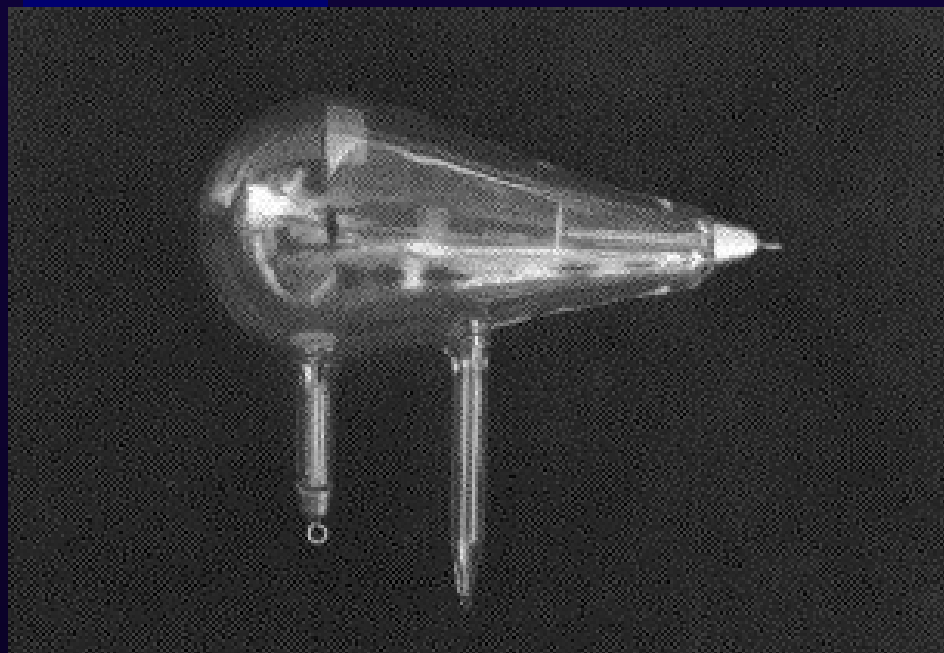
# WILHELM CONRAD ROENTGEN



*Лабораторията на W. C.  
Roentgen*

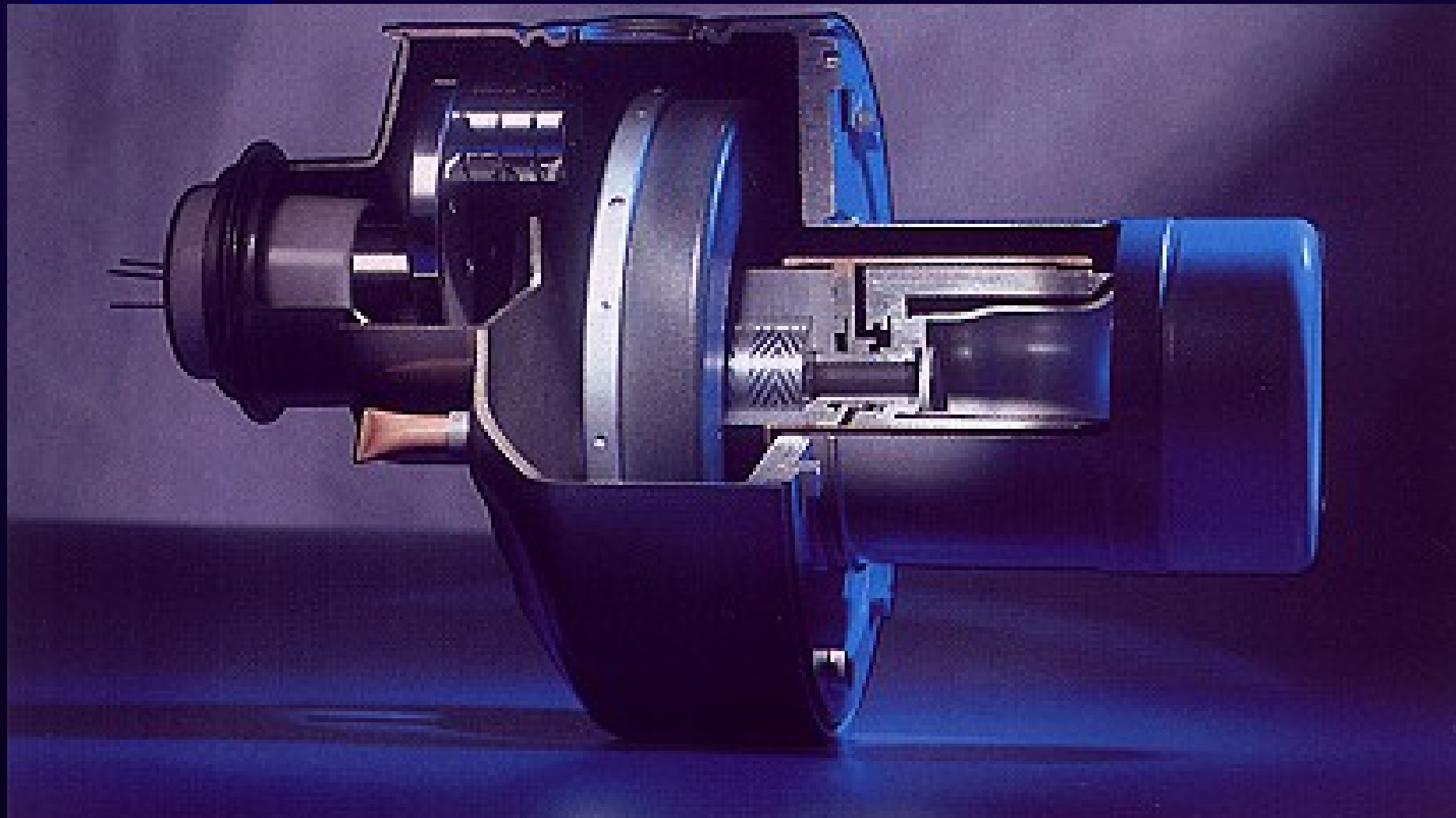


# WILHELM CONRAD ROENTGEN



## Круксова тръба

# Съвременна рентгенова тръба



# РЕНТГЕНОВИ СНИМКИ



Първата рентгенова снимка на  
ръката на проф. Кьоликер



Съвременна дигитална  
радиография

# **РЕНТГЕНОЛОГИЯ**

**ВИЗУАЛИЗИРАЩИ МЕТОДИ**

**ИЗОБРАЗИТЕЛНИ МЕТОДИ**

**ОБРАЗНО-ДИАГНОСТИЧНИ МЕТОДИ**

**ОБРАЗОФОРМИРАЩИ ДИАГНОСТИЧНИ МЕТОДИ**

**ДИАГНОСТИЧНА РАДИОЛОГИЯ**

**ДИАГНОСТИЧНА ИКОНИКА /ИКОНОЛОГИЯ/**



# ОБРАЗНА ДИАГНОСТИКА /IMAGING/

## РАДИОЛОГИЯ /RADIOLOGY/

### Специалности:

**РЕНТГЕНОЛОГИЯ**

**НУКЛЕАРНА МЕДИЦИНА**

**ЛЪЧЕЛЕЧЕНИЕ**

**РАДИОБИОЛОГИЯ**

**РАДИАЦИОННА ХИГИЕНА**

# ОБРАЗНА ДИАГНОСТИКА

## ОБРАЗНАТА ДИАГНОСТИКА Е:

**МЕДИЦИНСКА СПЕЦИАЛНОСТ**

**ТЕХНИЧЕСКА /АПАРАТУРНА/ СПЕЦИАЛНОСТ – НАУЧЕН  
ПРОГРЕС, ТЕХНИЗАЦИЯ, ЕЛЕКТРОНИЗАЦИЯ**

**ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНА СПЕЦИАЛНОСТ – МЕЖДУ  
КЛИНИКАТА И ПАРАКЛИНИКАТА**

**ПРЕДМЕТ - ДИАГНОСТИЦИРАНЕ НА ПАТОЛОГИЧНИТЕ  
ПРОЦЕСИ ПО ТЕХНИТЕ ОБРАЗИ**

**МЕТОД – АПАРАТИ И МАТЕРИАЛИ, ПРОИЗВЕЖДАЩИ ЛЪЧИ**

# ДИАГНОСТИЧЕН ПРОЦЕС:

Мисловен процес, включващ емпирично и теоритично познание с цел достигане до диагноза

## МИСЛОВЕН ПРОЦЕС :

1. Емпирично познание/механично мислене/-определени симптоми и синдроми се свързват пряко/механично/ с определена диагноза
2. Теоритично познание/клинично мислене/- при него лекарят свързва симптомите с определени патоанатомични и патофизиологични особености на заболяването

Необходимо е лекарят да познава нормалната лъчева/образна/ анатомия.

Методическият арсенал на съвременния диагностичен процес е огромен.

# ПРЕДПОСТАВКИ /УСЛОВИЯ/:

**СЪВРЕМЕННА, СЪВЪРШЕННА АПАРАТУРА**  
**ПРИЛАГАНЕ НА РАЗЛИЧНИ ОБРАЗНИ МЕТОДИ**  
**СИСТЕМЕН ХОД** – започва се с най-простия метод и се  
върви към по-сложния

**АЛГОРИТЪМ** – метод на избор **“RISK VERSUS BENEFIT”**

**ПОДГОТВЕНИ СПЕЦИАЛИСТИ ПО ЛЪЧЕВА**  
**ДИАГНОСТИКА**

**Ервин Лик** – “Лекарят е единство от знание, техника  
и личност”

„Човек вижда това, което знае („Mann sieht was mann  
wiess”)-Гъоте.

# Диагностичен алгоритъм (DA)

$$DA = \frac{E \cdot R \cdot A}{D \cdot P \cdot T}$$

**E = Examiner** – екзаминатор

**R = Result** – резултатност

**A = Accessibility** – достъпност

**D = Danger** – опасност

**P = Price** – цена, стойност

**T = Time** – време

# ОБРАЗОФОРМИРАЩИ ДИАГНОСТИЧНИ МЕТОДИ

## I. ОСНОВНИ /КОНВЕНЦИОНАЛНИ/ МЕТОДИ:

1. РЕНТГЕНОСКОПИЯ
2. РЕНТГЕНОГРАФИЯ

## II. ДОПЪЛНИТЕЛНИ МЕТОДИ:

1. ТЕЛЕРЕНТГЕНОГРАФИЯ – увеличава се разстоянието фокус-филм
2. ДИРЕКТНО УГОЛЕМЕНА РЕНТГЕНОГРАФИЯ /ДУС/ - увеличава се разстоянието обект-филм
3. РЕНТГЕНФОТОГРАФИЯ /ФЛУОРОГРАФИЯ/
4. РЕНТГЕНКИНЕМАТОГРАФИЯ /КИНОРЕНТГЕНОГРАФИЯ/
5. ЕЛЕКТРОРЕНТГЕНОГРАФИЯ /КСЕРОГРАФИЯ/



# ОБРАЗОФОРМИРАЩИ ДИАГНОСТИЧНИ МЕТОДИ

6. ЕЛЕКТРОКИМОГРАФИЯ

7. РЕНТГЕНОВА КИМОГРАФИЯ

8. РЕНТГЕНОВА ТОМОГРАФИЯ. ЗОНОГРАФИЯ

9. ТЕРМОГРАФИЯ

10. ЕХОГРАФИЯ /ЕГ/

11. КОМПЮТЪРНА ТОМОГРАФИЯ /КТ/

12. МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ /МРТ/

13. ХИБРИДНА ОБРАЗНА ДИАГНОСТИКА :

\* СПЕСТ/СТ – еднофотонна емисионна томография/компютърна томография

\* ПЕТ СТ /Positron Emission Tomograph Computed Tomography /

# ОБРАЗОФОРМИРАЩИ ДИАГНОСТИЧНИ МЕТОДИ

## III. СПЕЦИАЛНИ МЕТОДИ

Контрастни лъчеви методики – **неинвазивни** и **инвазивни**. Принципи.

Начини на въвеждане: **орален, парентерален** /венозно, артериално, лимфно/ или чрез сонда, пункции и др.

Контрастни вещества - **позитивни** и **негативни**

**Водно-разтворими** йодни вещества – **урографин, билиграфин, гастрографин**

**Маслено-разтворими** йодни контрастни вещества – **липийодол ултра флуид**

**Нейонни водно-разтворими** йодни контрастни вещества – **омнипак, ултравист, йопамид, хитраст**

# ОБРАЗОФОРМИРАЩИ ДИАГНОСТИЧНИ МЕТОДИ



# ОБРАЗОФОРМИРАЩИ ДИАГНОСТИЧНИ МЕТОДИ

Фармакорентгенология – въвеждане на **фармакодинамични средства** /модификатори/ с цел подобряване на образната морфологична картина и изясняване функционалното състояние на изследвания орган или система.

Терапевтична радиология – въвеждане ендовазално на **химиотерапевтични средства** /цитостатици/ .

Химонуклеолиза – инжектиране директно в пулпозното ядро на **екстракт** /**химопапаин**/ **от тропичното растение папая**.

# **Интервентна /интервенционална/ радиология.**

**Пункции под ЕГ и КТ-контрол**

**Катетеризация**

**Дилатация /балонизация/**

**Емболизация** – геласпон, силиконови сфери, стоманени сачми, акрилни сфери, платинова спирала - 0,5 mA прав ток,

**Ангиопластика** – катетърна, балонна, лазерна

**Фибринолиза**

**Склерозираща терапия** – абсолютен  
алкохол

**Перкутанна атеректомия**

**Перкутанна тромбектомия**

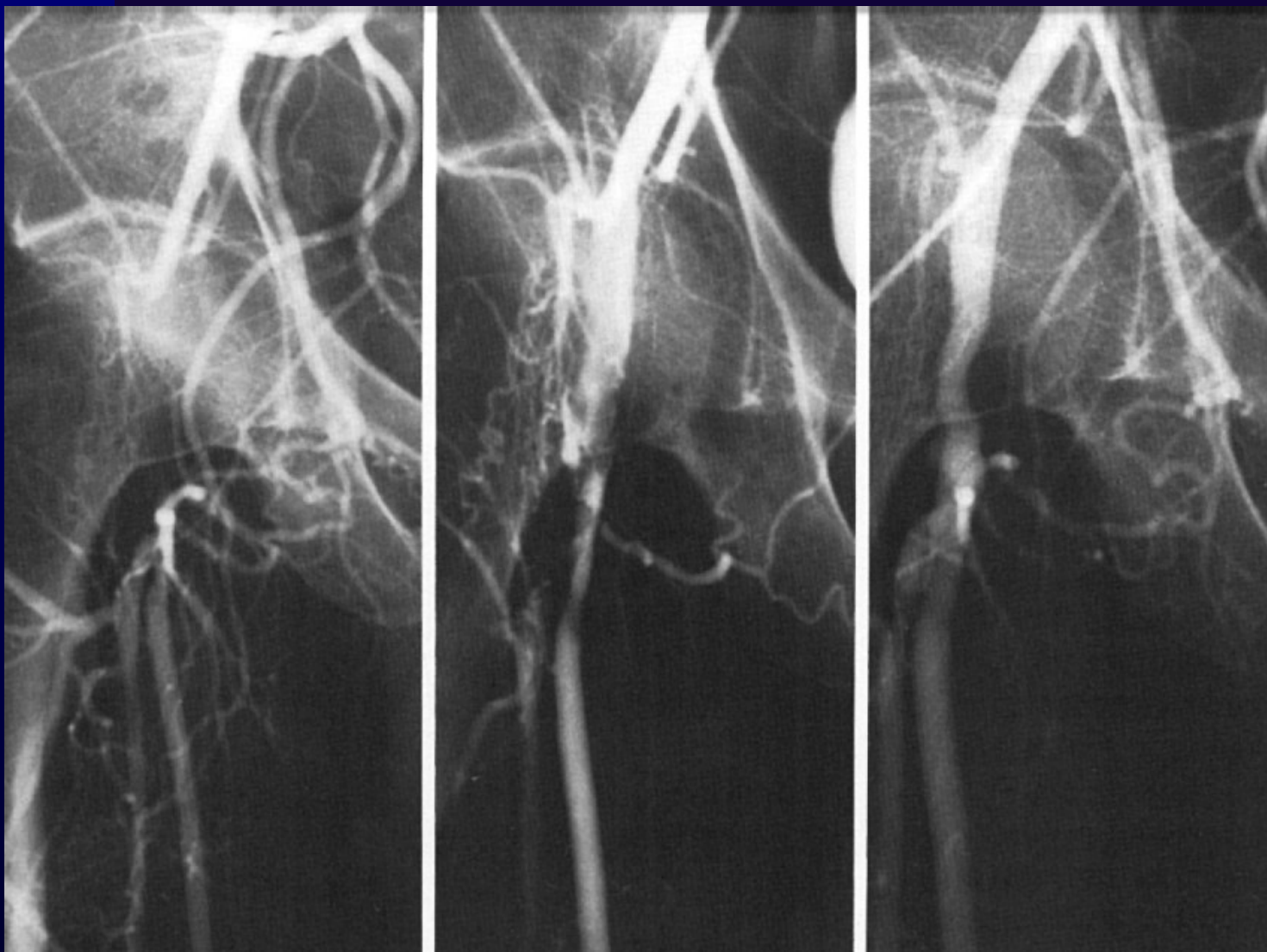
**Stenting**

# Тънкоиглена биопсия (FNB)

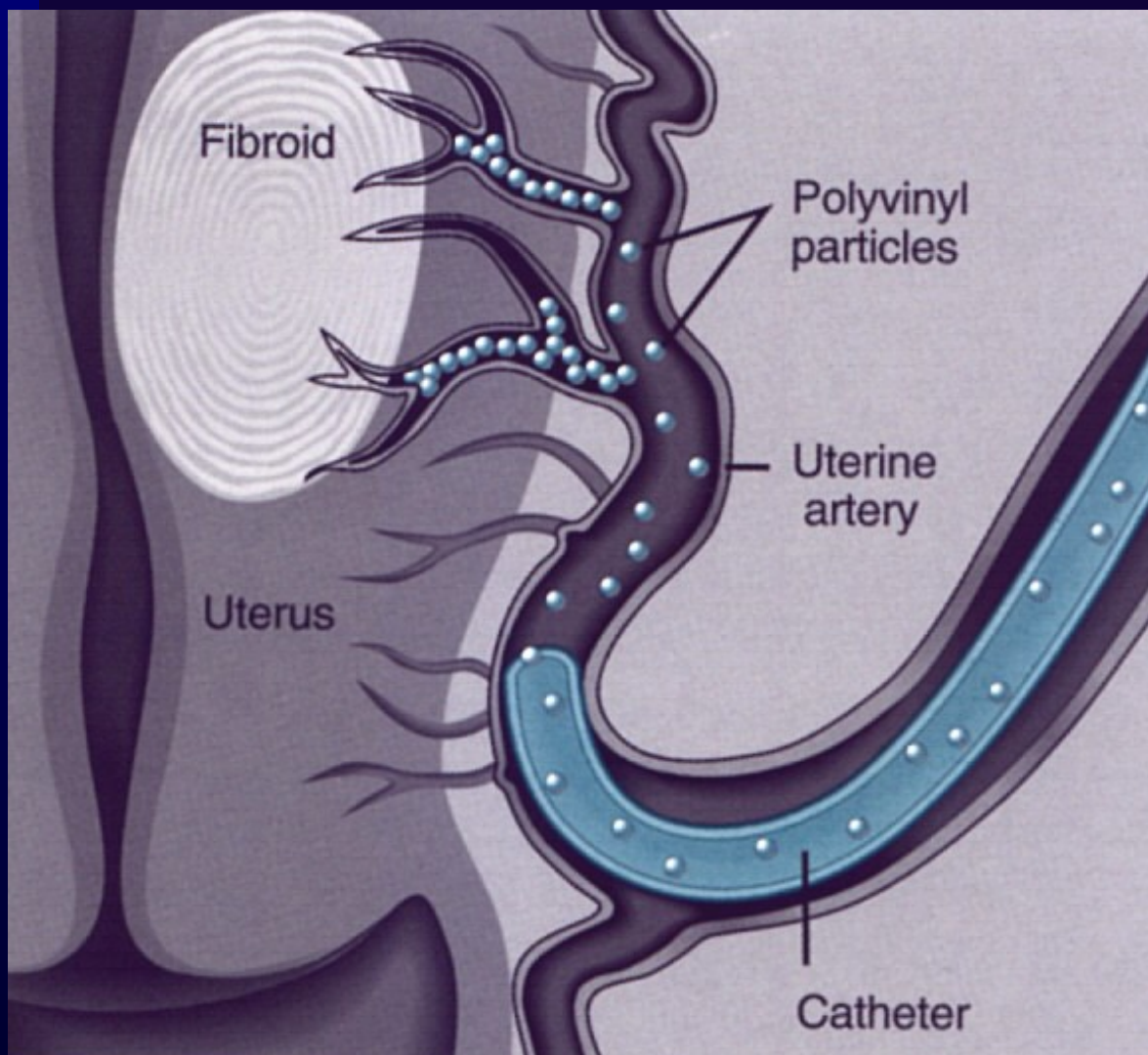




# Балонизация



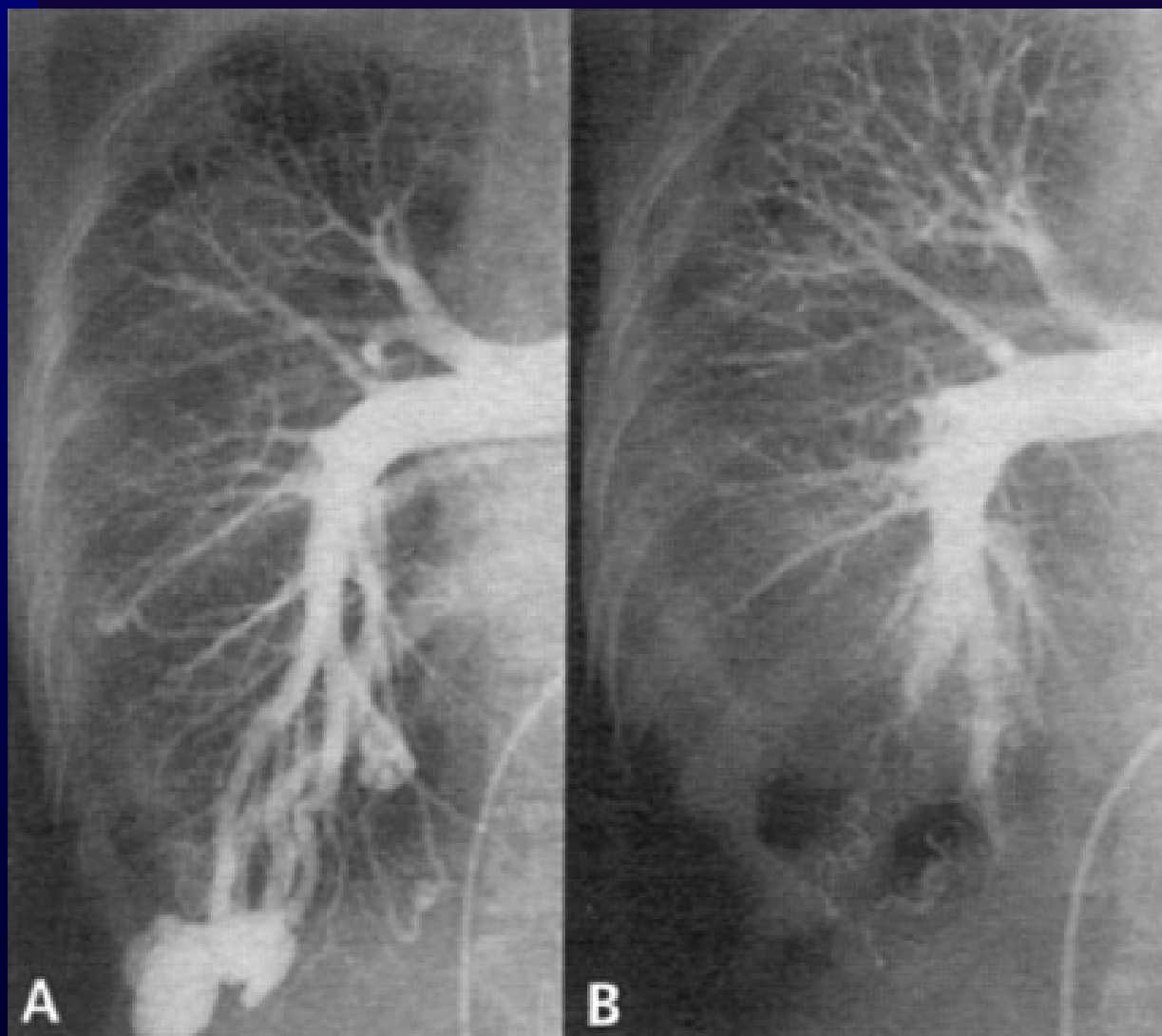
# Емболизација - схема



# Емболизация

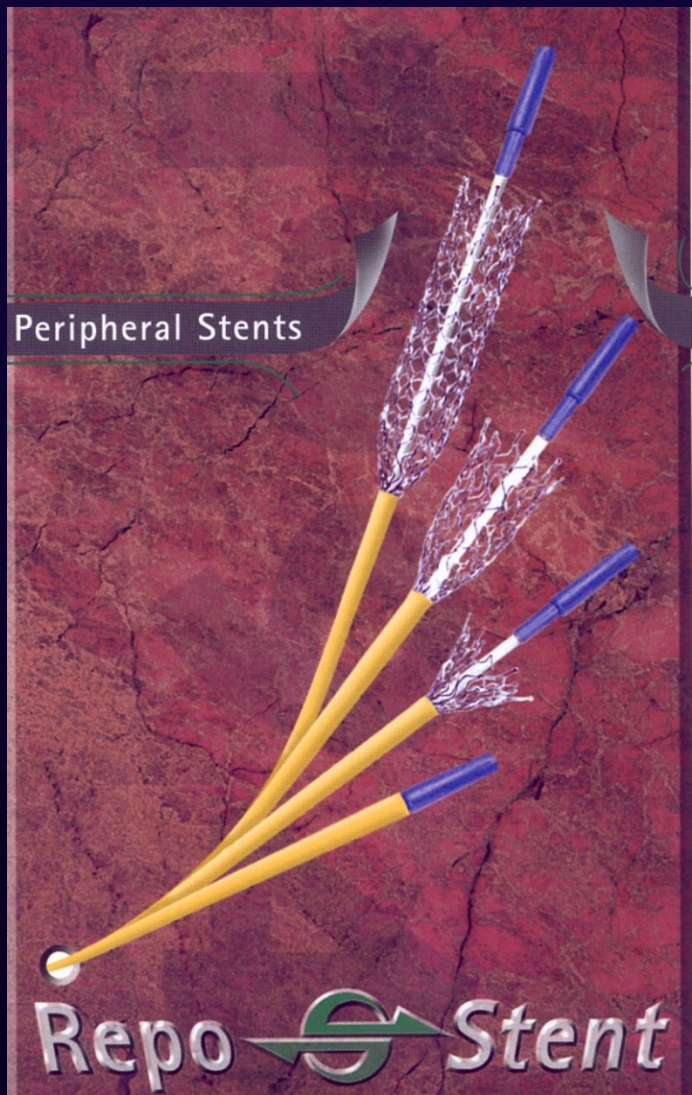
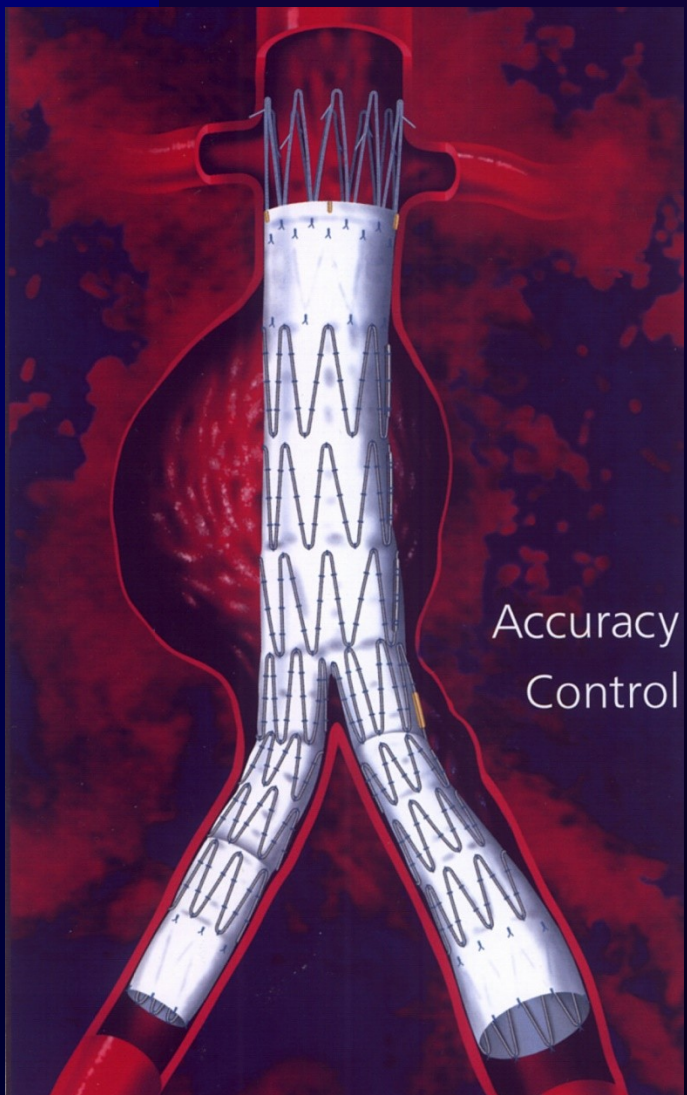


# Емболизация

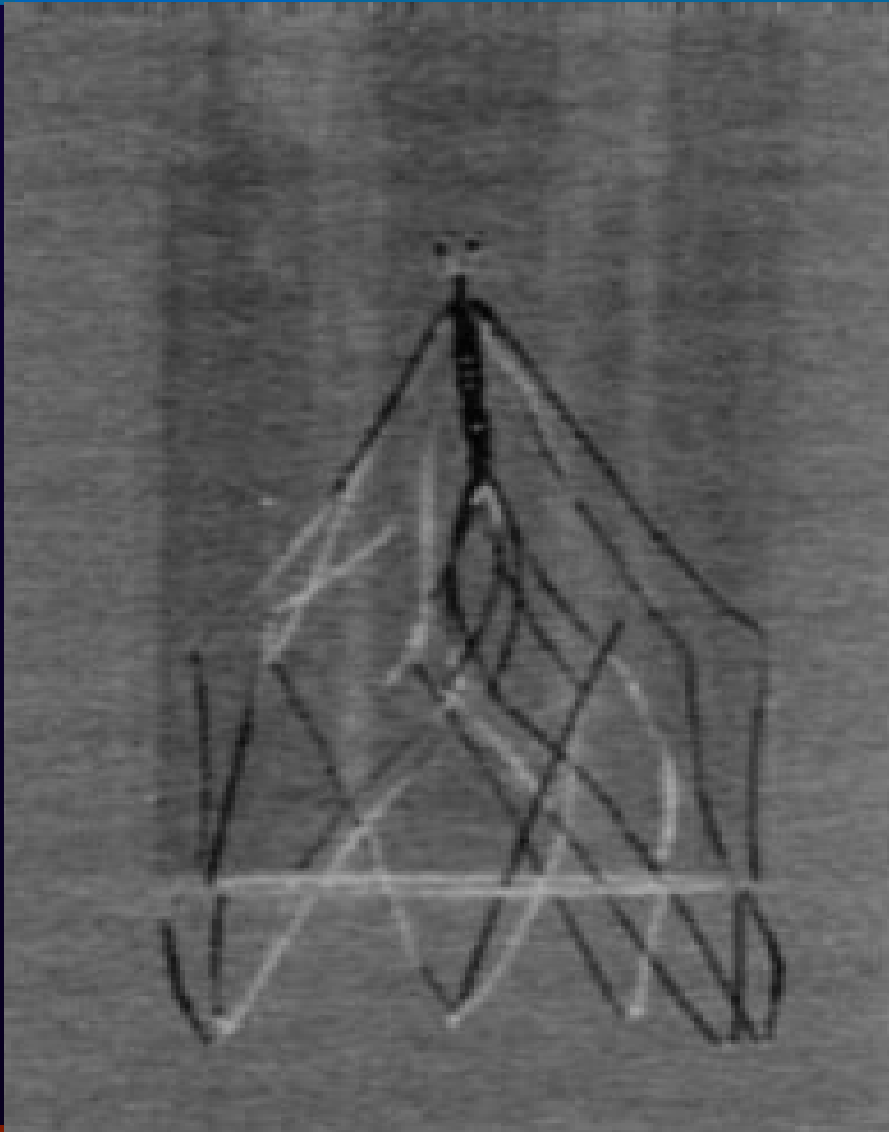




# Stenting



# IVC filter



Prof. Rolf Gunther

Gunther Tulip Vena  
Cava Filter



# **ОБРАЗОФОРМИРАЩИ ДИАГНОСТИЧНИ МЕТОДИ**

I. По дидактически принцип

- **основни /конвенционални/**
- **допълнителни и специални**

**нативни**

**контрастни**

**инвазивни**

**неинвазивни**

**методи/**      **директни /скопия, графия, контрастни**

**индиректни /ЕГ, термография, кимография/**

II. По физически принцип

**Нелъчеви /нейонизиращи/ - термография, ЕГ, МРТ**

**Лъчеви /йонизиращи/ – всички останали**

# ОБРАЗОФОРМИРАЩИ ДИАГНОСТИЧНИ МЕТОДИ

**Емисионни** – лъчевата енергия се намира вътре в самия обект /пациент/ и се излъчва – **термография, МРТ** и всички нуклеарно-медицински методи – **РЕТ, СПЕСТ.**

**Трансмисионни** – лъчението пролъчва изследвания обект – **ЕГ** и всички йонизиращи методи.

## III. По математически принцип:

**Нецифрови**

**Цифрови /дигитални/ “DIGITAL IMAGING”**

**ДР, ДСА, ЕГ, КТ, МРТ**

**ПРЕДИМСТВА:**

- 1. Намалено лъченатоварване**
- 2. Повишена плътностно-разрешителна способност и възможност за управление чрез т.н. **прозоречна техника****

## ОБРАЗОФОРМИРАЩИ ДИАГНОСТИЧНИ МЕТОДИ

- 3. Повишена пространствена разрешителна способност**
- 4. Възможност за дълготрайно запамяване и активиране**
- 5. Възможност за интегриране и трансфер на образи чрез съвременни комуникационни системи – телеконферентна връзка**
- 6. Ускоряване на диагностичния процес**
- 7. Икономическа перспективност**
- 8. Възможност за допълнителна математическа обработка и 3D реконструкция**

# Рентгеноскопия

Това е рентгено-функционален метод на изследване.

**Луминесценция:** свойства на рентгеновите лъчи да предизвикват светене

**Флуоресценция** (цинков сулфид, калциев волфрамат, бариев платиноцианид)

**Фосфоресценция** (при екраните и фолийните комбинации)

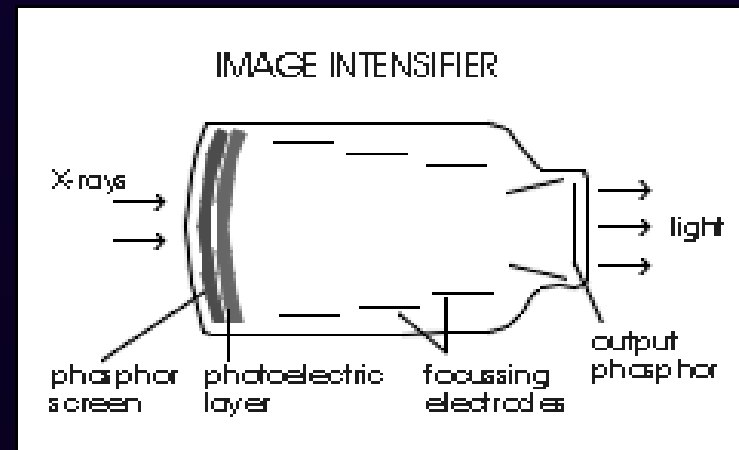
**Електронно-оптичен преобразувател /ЕОП/**

**Рентген-телевизия – 10 пъти по-малко лъченатоварване**

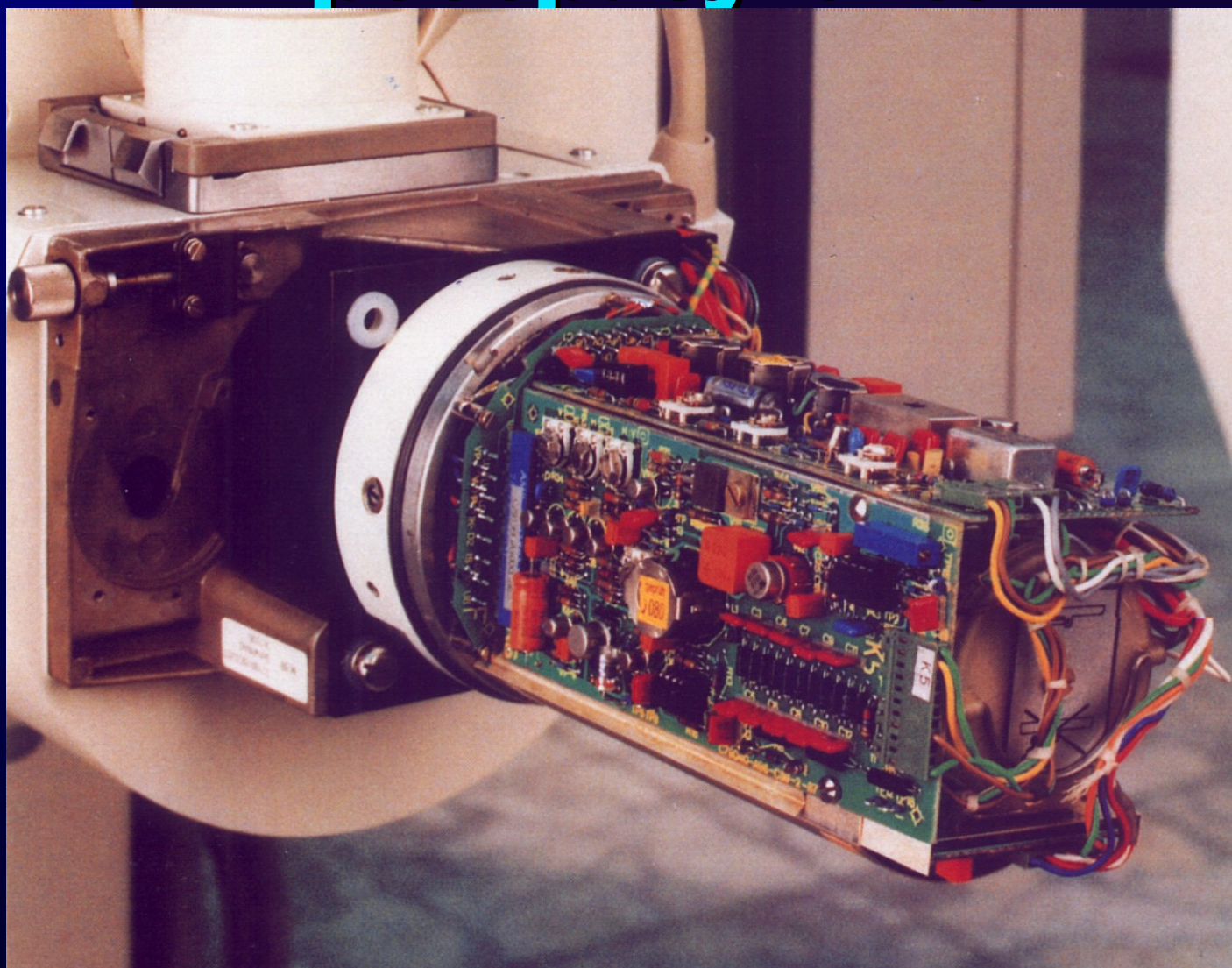
**План /ред/ на изследване:**

**Обзорен оглед – с широка бленда**

**Подробности – със свита бленда**



# Електронно-оптичен преобразувател



# Рентгеноскопия



Съвременен рентгеноскопичен апарат

*Проф. Н.Тоцев - МУ Плевен*



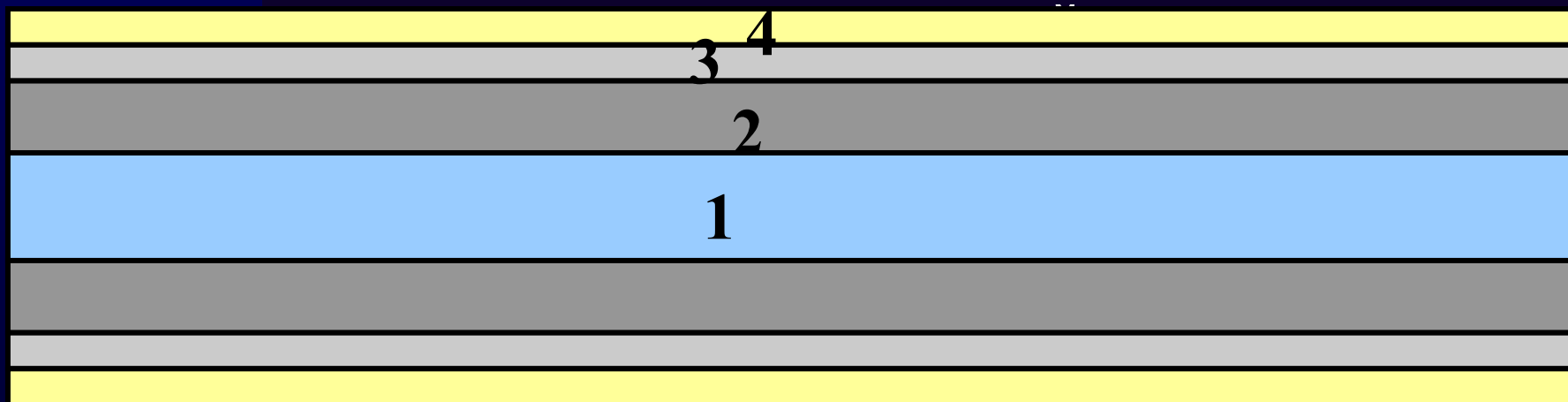
# Рентгенография

**Фотохимично действие** – рентгеновите фотони откъсват електрони от брома, които неутрализират положителния йон на среброто, като го превръщат в металическо сребро, което има черен цвят.

# Устройство на рентгеновият филм

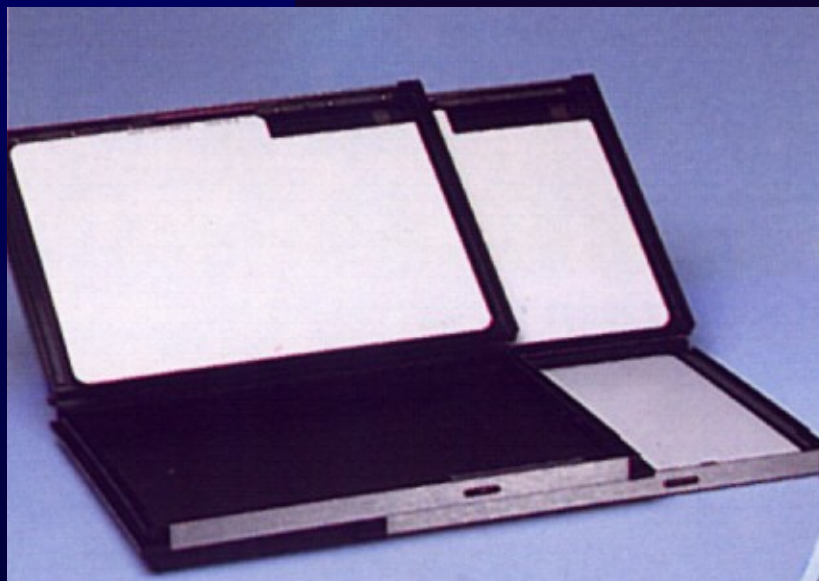
**7 слоя:**

- 1. прозрачна /целулозна/ подложка**
- 2. основна фиксираща материя**
- 3. слой светлочувствителна емулсия /от сребърен бромид/**



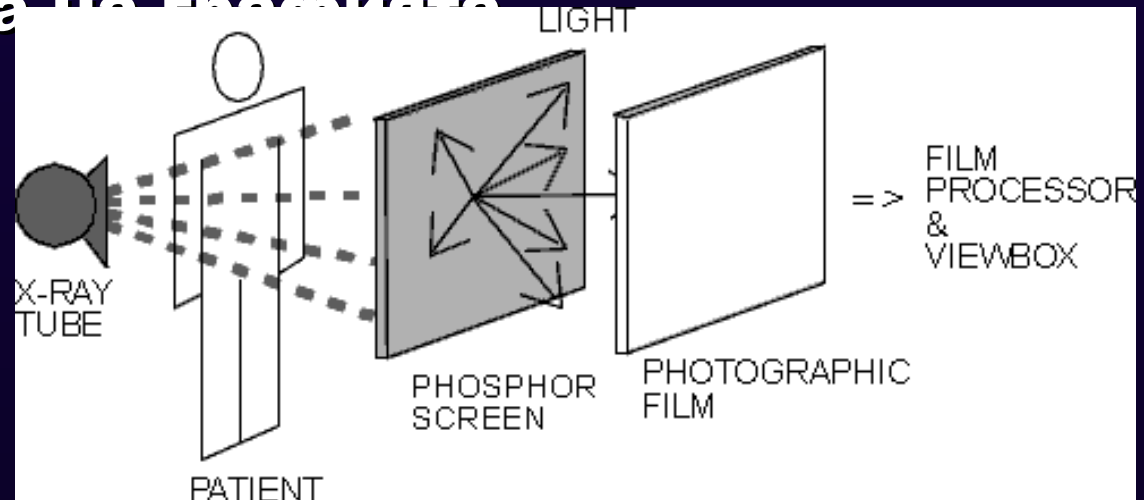
# Устройство на рентгенова касета

Лицева страна от алуминий, задна - от олово.  
Усилващи фолий - предна и задна.



# Рентгенография

**Центраж:** най-доброто разположение между трите елемента на третиата



**Техники:**

**Нормална**

**“Твърда”**

**Преекспонирани снимки**

**Рентгенографии:**

**обзорни /лицева, профилна, коса/**

**прицелни /подекранни снимки/**

# Рентгенография

Образът е:

1. **плоскостен** /двуизмерен – широчина и височина/
2. **сумарен** /структурен/



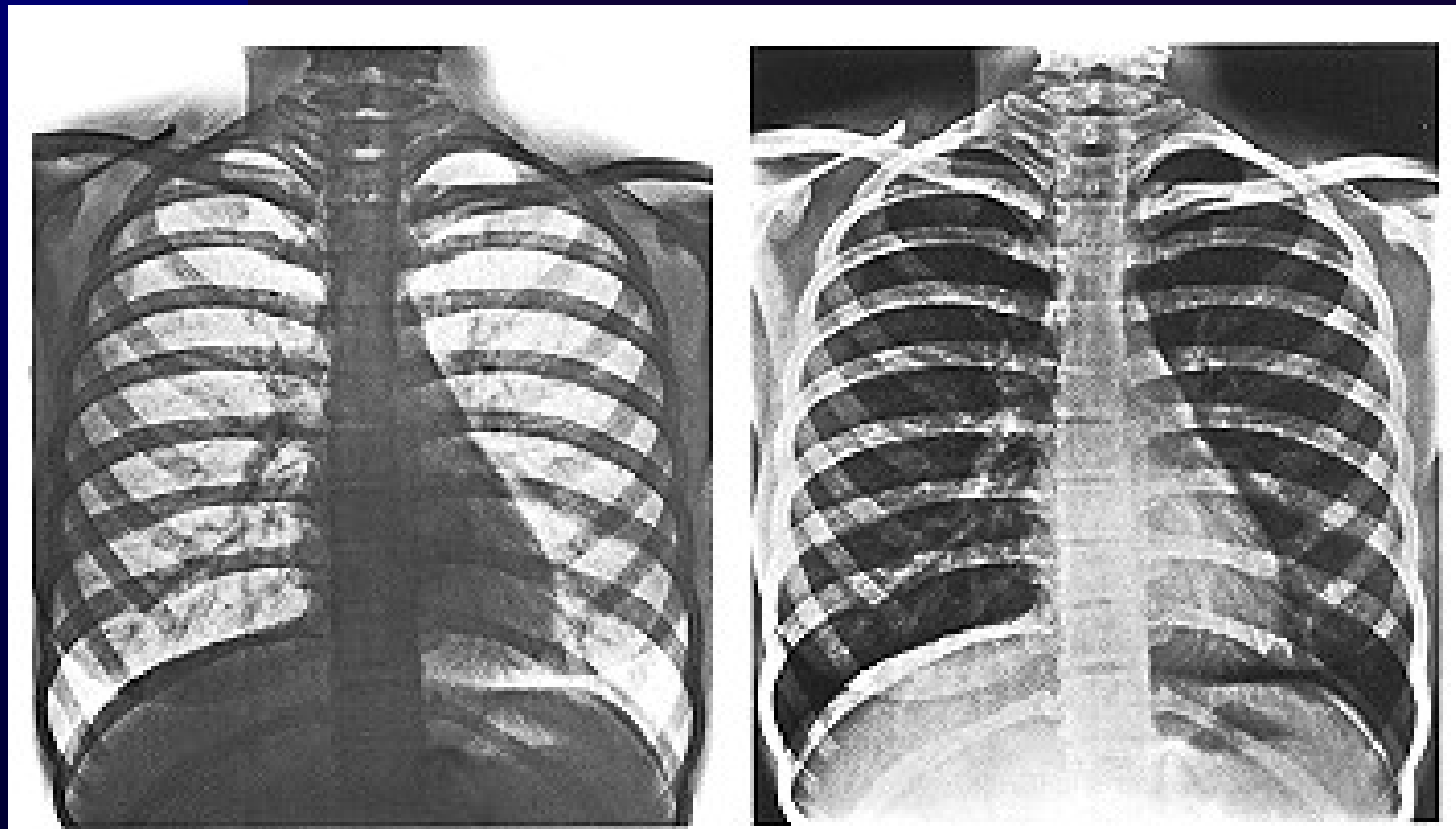
Съвременен рентгенографичен апарат

*Проф. Н.Тоцев - МУ Плевен*

# Мобилен графичен апарат - КУГЕЛ



# Рентгеноскопия и рентгенография



# Рентгенография

**Флуоресцентният материал на усиляващите фолии абсорбира падащата рентгенова енергия и я конвертира в светлина по време на експозицията. Така излъчената светлина /част от която се отразява, пречупва и разсейва - около 10%, влошава рязкостта на образа/ експонира емулсията на филма. Образът върху филма пък става видим едва след химическа обработка с проявител и фиксаж.**



# Обработка на рентгеновите филми

- 1. Проявяване - метол и хидрохинон /в комбинация/.  
Тези химикали са бензолови производни и действат като редуктори. При проявяването редукторът е свързва с халогенната съставка на сребърния бромид, като се отделя бромоводородна киселина, а среброто се освобождава. Проявяването се извършва за около 7 минути при температура на проявителя 20 ° C.**
- 2. Междинно измиване: трае около 15-20 сек.**
- 3. Фиксиране: 40% разтвор на натриев хипосулфид. Извършва се за около 20 мин. Отстранява се остатъчният /непроменения/ сребърен бромид.**
- 4. Измиване на филма: за около 30 мин.**
- 5. Сушене на филма.**

# Автоматични машини за проявяване

**Представяват съвкупност от вани с проявител, фиксаж и вода, през които минава рентгеновия филм с помощта на система от валяци. Температурата на проявяване се регулира автоматично. На изхода на машината има сушилня.**

**Процесори -Unloader; Multyloader.**

# Процесор KODAK X-OMAT M35



# DAYLIGHT SYSTEM

**Система за работа на дневна светлина -  
DAYLIGHT SYSTEM:**

**Касетата с филма се поставя в апарата.  
Той отваря сам касетата, изважда  
експонирания филм, пренася го и го  
вкарва в машината за обработка;  
след което презарежда касетата и я  
връща готова за следващия преглед.  
Всичко това само за няколко  
секунди.**

# Daylight system KODAK



# ДИГИТАЛНА РАДИОГРАФИЯ

Това е процес на **улавяне и конверсия** енергията на рентгеновия лъч в електрически сигнали.

Две технологии:

1. Индиректна
2. Директна



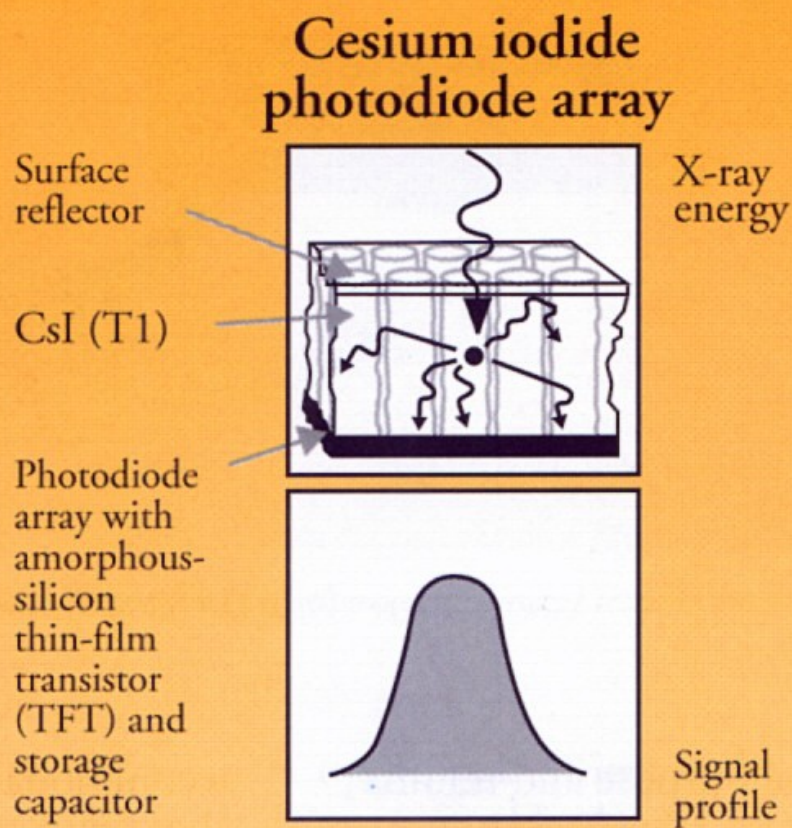
# Индиректна радиография

## Индиректна:

двустепенен процес  
на конверсия -  
отначало  
рентгеновите лъчи в  
светлина, а след  
това светлинната  
енергия в  
електрически  
сигнали.

Фотодиоди от  
сцинтилиращ  
материал /цезиев  
йодид/ , които  
предават

## INDIRECT DIGITAL RADIOGRAPHY SYSTEM

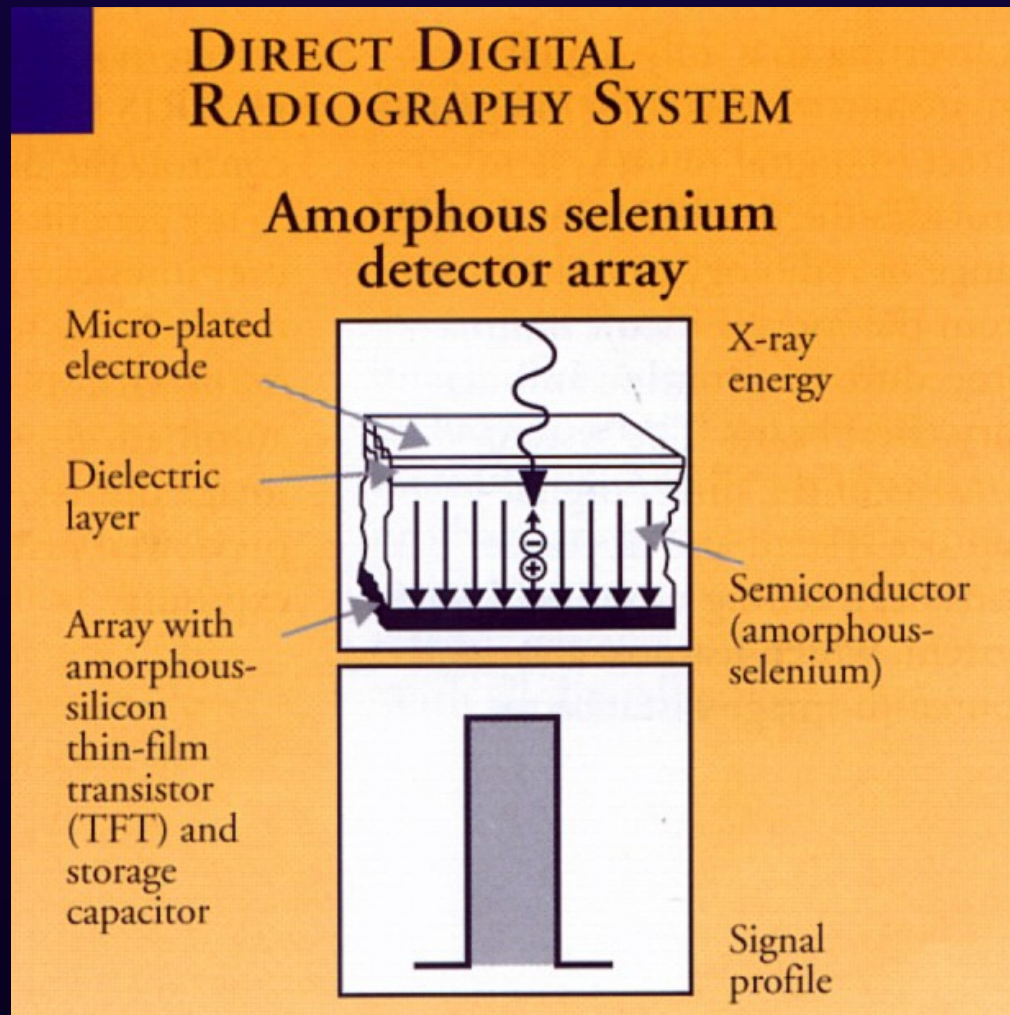


# Директна радиография

## Директна:

едностепенен процес на директна / непосредствена/ конверсия на рентгеновия лъч в електрически сигнали.

Детектори, състоящи се от силиконени плоско-панелни сензори /тънкослойни транзистори; thin-film transistor - TFT/





# Аналогова и дигитална радиография

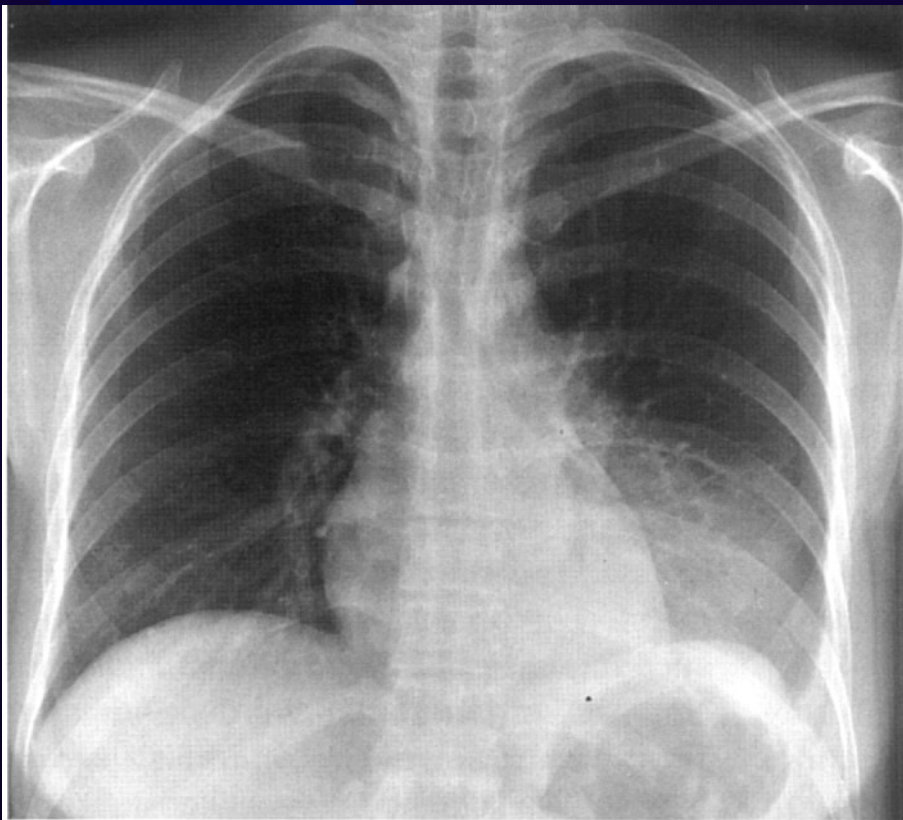


Abb. 7a: Digitale Thoraxaufnahme mit dem Selendetektor.

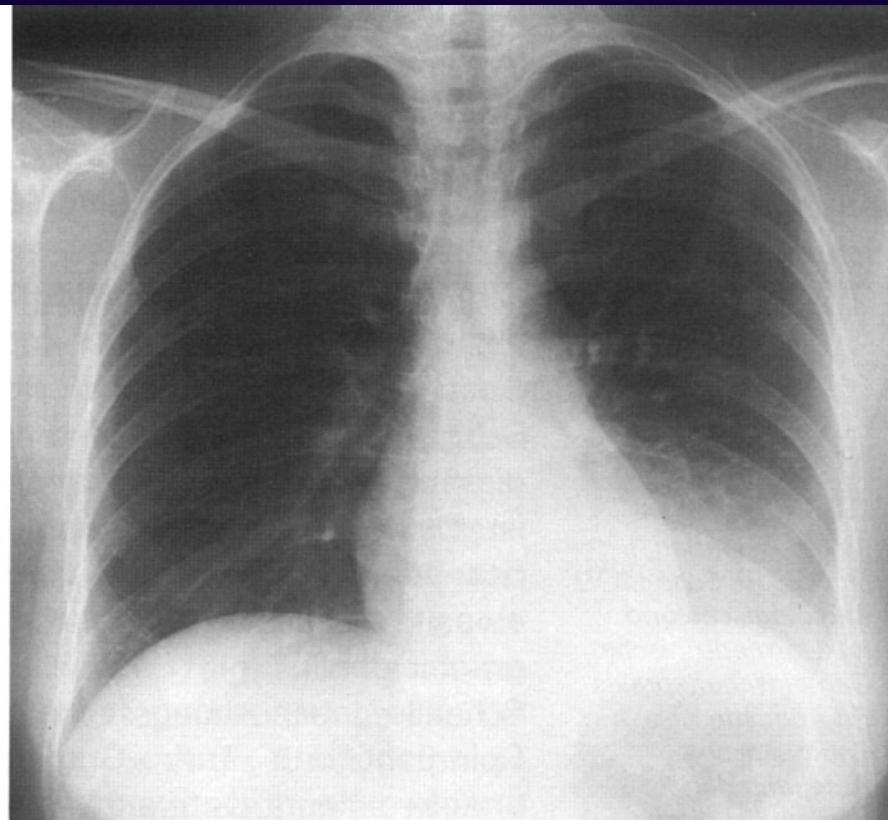


Abb. 7b: Konventionelle Aufnahme derselben Patientin.

# Рисунка на Бартлет



„Човек вижда това, което  
знае...”

Йохан Волфганг фон  
Гьоте

# Еволюция на цифровото изобразяване

**През 70-те години цифровите образни апарати, като компютърни томографи, ултразвуковите скенери и гамакамерите получиха широко признание и разпространение.**

**През 80-те години магнитно-резонансното изобразяване и цифровата субтракционна ангиография продължиха общата тенденция към цифрово изобразяване. Въпреки това, към 70% от всички диагностични прегледи все още се правят чрез конвенционална радиография с традиционните филм-фолийни системи. До сега всички опити да се интегрира конвенционалната радиография в цифровата среда бяха компромиси, налагащи и междинни етапи на конвертиране и допълнително затрудняване на изпълнителите - филмови дигитайзери.**

# Еволюция на цифровото изобразяване

През 90-те години стана технически възможно и икономически разумно на електронни технологии за заместване на филма - **дигиталната радиография.**

Предимства:

1. По-голяма разделителна способност на изображението.
2. Намаляване дозата на радиация.
3. Екологично чиста система - изключва необходимостта от филми и химикали /за обработка/, съхраняване и разполагане на опасни отпадъци.
4. Икономическа перспективност - повишаване на организационната и диагностична ефективност.
5. Възможност за изграждане на Network - мрежи **/PACS, IMPAX, LINX, Ethernet-DICOM/** . Пациентските образи могат да се изпратят където и когато са необходими, като архивите са винаги **100% идентични** с оригинала.

# Запамятяване и документиране на образите

**Във връзка с развитието на цифровата технология в образната диагностика се наложи създаването на средства за запамятяване и документиране на образите по цифров път.**

# Мултиформатна камера

**Използват се филми с едностранно покритие, заредени в специална касета - 2 броя. Снимането се извършва от TV екран.**

**Камерата позволява разделяне на филма на части - 1;2;4;9;16;25;32, което е по-икономически изгодно.**



# Лазерна камера

**Това е устройство, състоящо се от лазерен принтер, филмов процесор /проявителна машина/ и контролер, което позволява отпечатването на образи върху филм посредством лазерен диод, изписващ образите точка по точка. Препоръчителни опции: миксер за химикалите, система за включване към водата.**

**Предимства: компактност, висока производителност /120-240 филма на час/, отлично качество на изображението, лесно обслужване.**



# Лазерен принтер

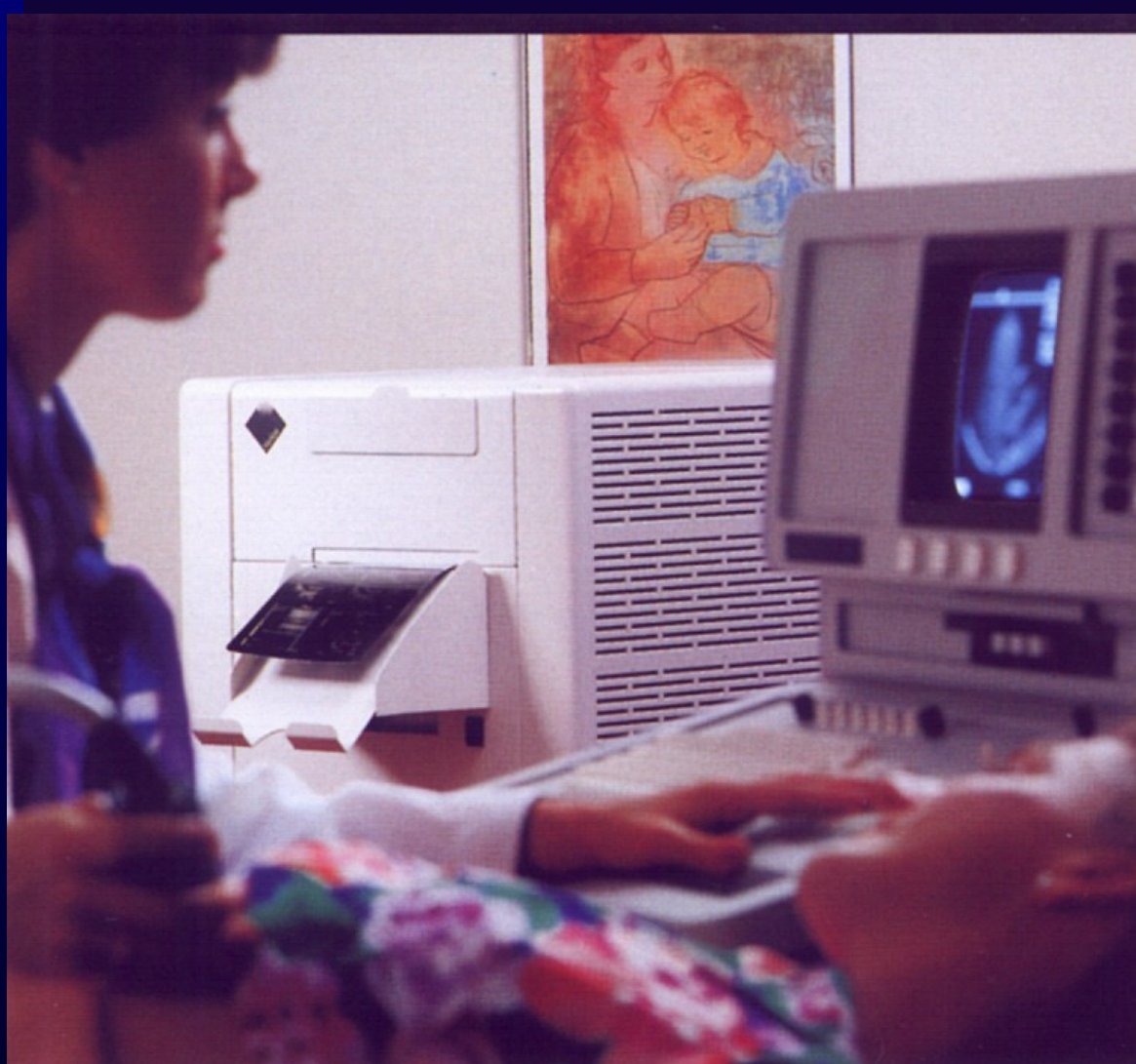


# Суши термални принтери /термопринтери/

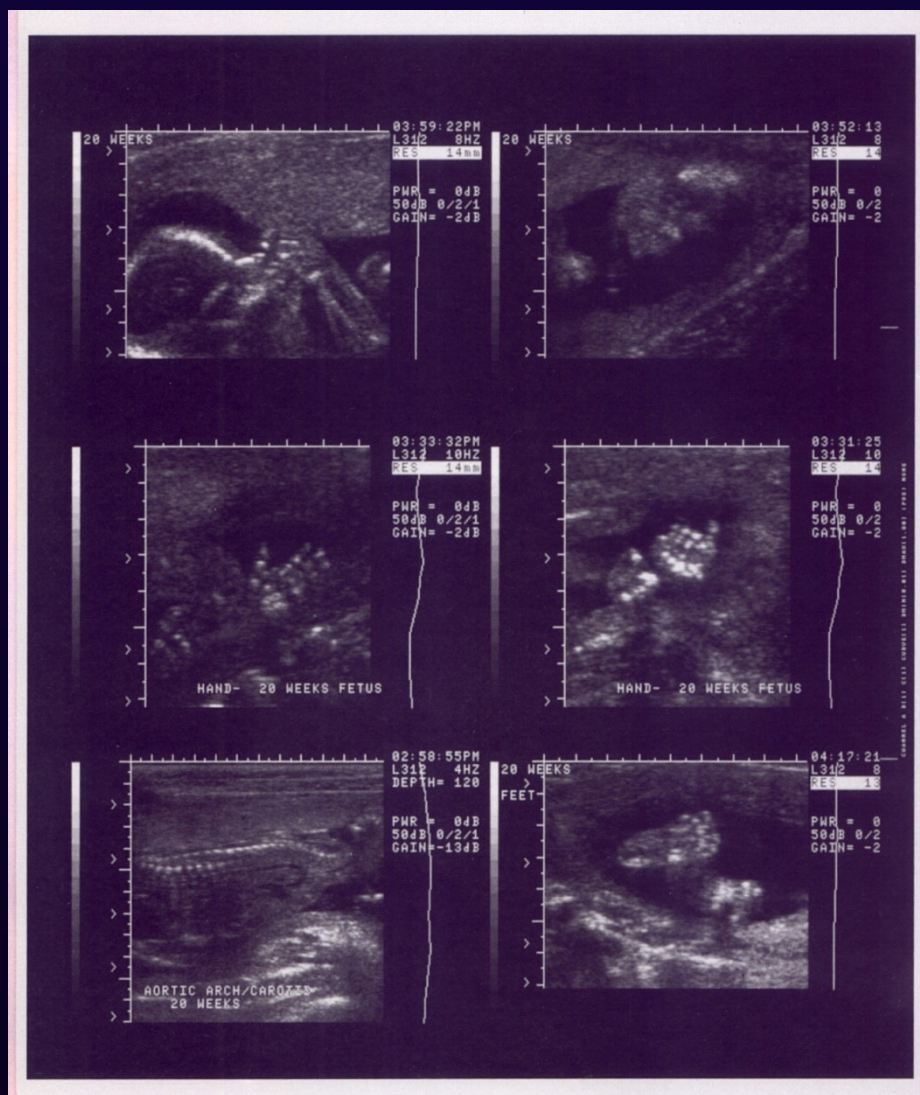
**Това са устройства за ефтино, но не дълготрайно /2-5 години/ документиране. Те печатат върху термохартия, подобна на факс-апаратите.**

**Предимства: липса на фотообработка, ниска цена, просто опериране с тях.**

# Термопринтер



# Полароиден филм





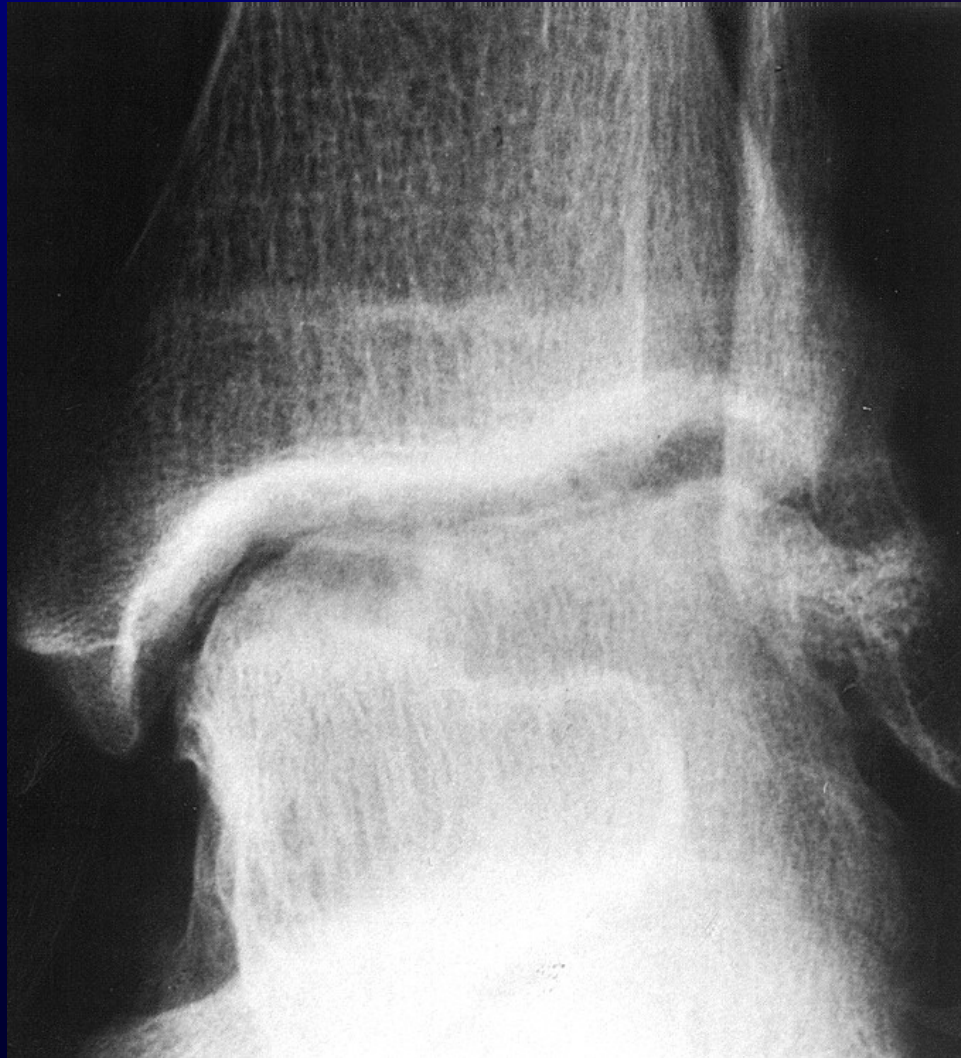
# Телерентгенография

**При увеличаване разстоянието фокус – филм на разстояние 1,80 – 2,00 м. При тези условия размерите на рентгеновия образ са най-близки до тези на обекта.**

# Директно уголемена рентгенография

Получават се при увеличаване на разстоянието филм – обект. Изисква малък фокус на тръбата. Получената при тези условия снимка съдържа повече информация отколкото обикновената рентгенография. Това е особено ценно в костната диагностика при **търсене на финни изменения.**

# Директно уголемена рентгенография





# РЕНТГЕНОВА КИМОГРАФИЯ

**1927 г. P. STUMPF**

**Рентген-функционален метод за обективно регистриране на подвижни и пулсиращи органи**

## **ВИДОВЕ:**

**Еднопроцепна – дихателна**

**Многопроцепна – сърдечна**

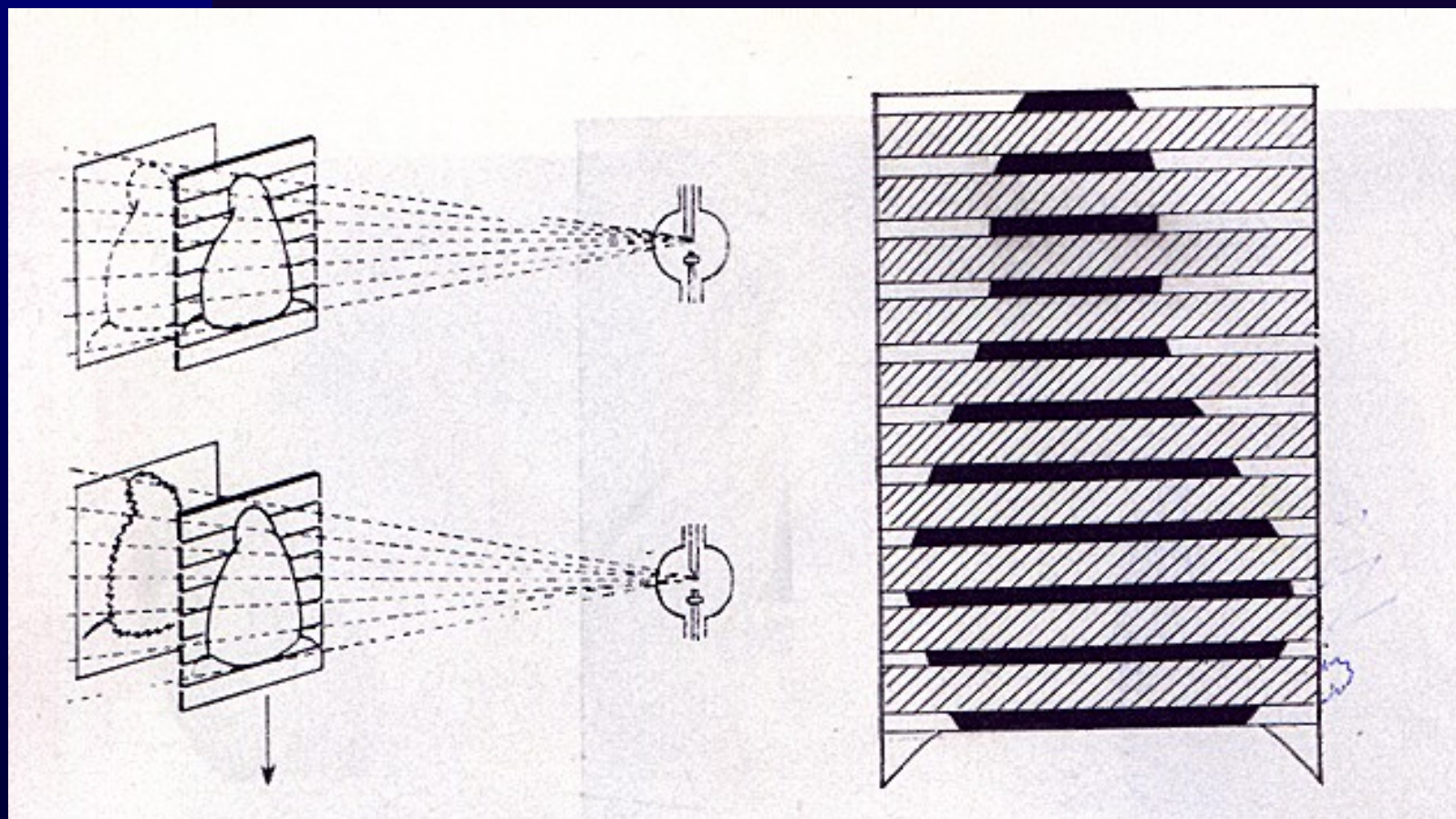
**а/ стъпаловидна – при движение на филма**

**б/ непрекъснатата – при движение на решетката**

**Кимографска решетка – оловна плоча /2мм/ с множество процепи /0.5 - 1мм/ на разстояние 11 - 12 мм.**

**Кимографията се прави в 4 основни проекции: **лицева, странична и 2 коси.****

# Рентгенова кимография



# Рентгенова кимография



Нормална сърдечна кимограма в лицева проекция

*Проф. Н.Тоцев - МУ Плевен*

# РЕНТГЕНОВА КИМОГРАФИЯ

## КИМОГРАФСКИ ЗЪБЦИ:

/основа, връх, две рамена/

**Камерни** – късо хоризонтално рамо /систолично/ и дълго дъгообразно рамо /диастолично/

**Предсърдни** – по-ниски, раздвоени поради придадени пулсации

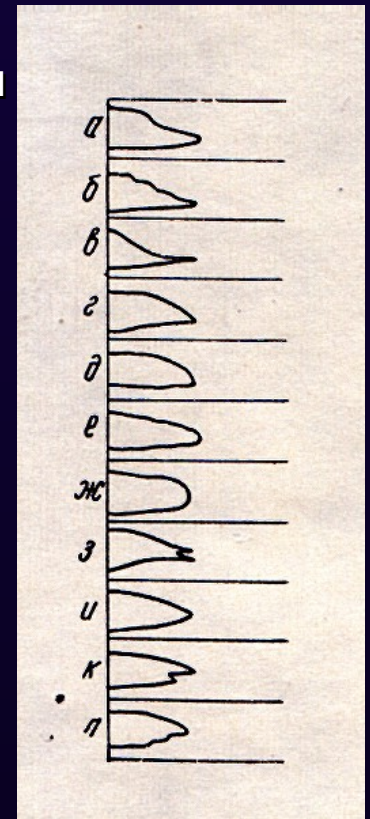
**Съдови** – огледален /обратен/ образ на камерните зъбци

## НОРМАЛНИ КИМОГРАФСКИ КРИВИ:

**I тип** – по-голяма амплитуда на зъбците в основата, намаляваща краниално

**II тип** – обратно съотношение

**III тип** – еднаква амплитуда по целия сърдечен контур





# РЕНТГЕНОВА КИМОГРАФИЯ

## АМПЛИТУДА:

лява камера: **6 - 7 мм**

предсърдия: **2 - 3 - 4 мм**

аорта и пулмонална дъга: **1,5 - 2 - 3 мм**

В норма кимографското поле /полоса/ съдържа **3  
зъбеца**

## РЕНТГЕНОВА ТОМОГРАФИЯ

**1917 г. BOSAGE** дава идеята

**1921 г. той прави първата схема за томограф**

**1930 г. WALEBONNA** конструира първия  
томограф

Франция – стратиграфия

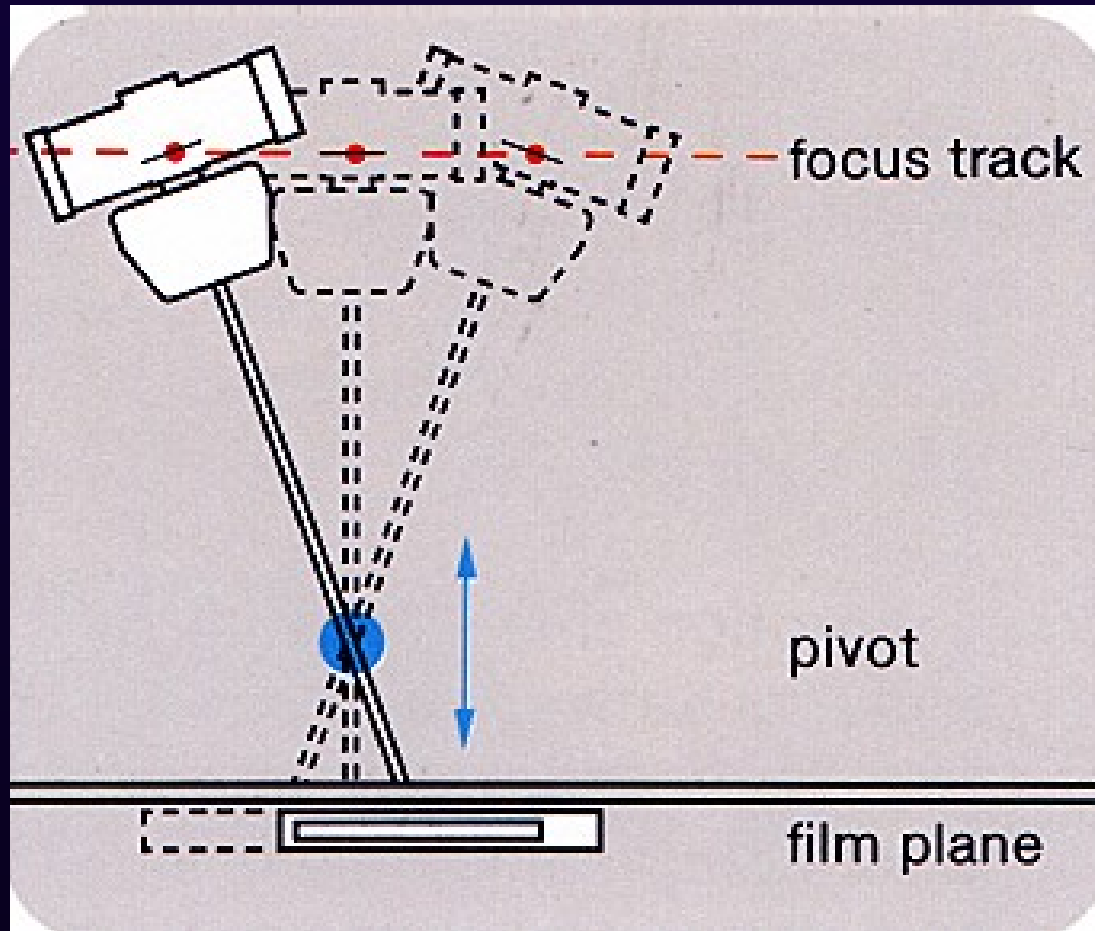
**Холандия – планиграфия**

**Америка – ламинография**

**Германия – томография**

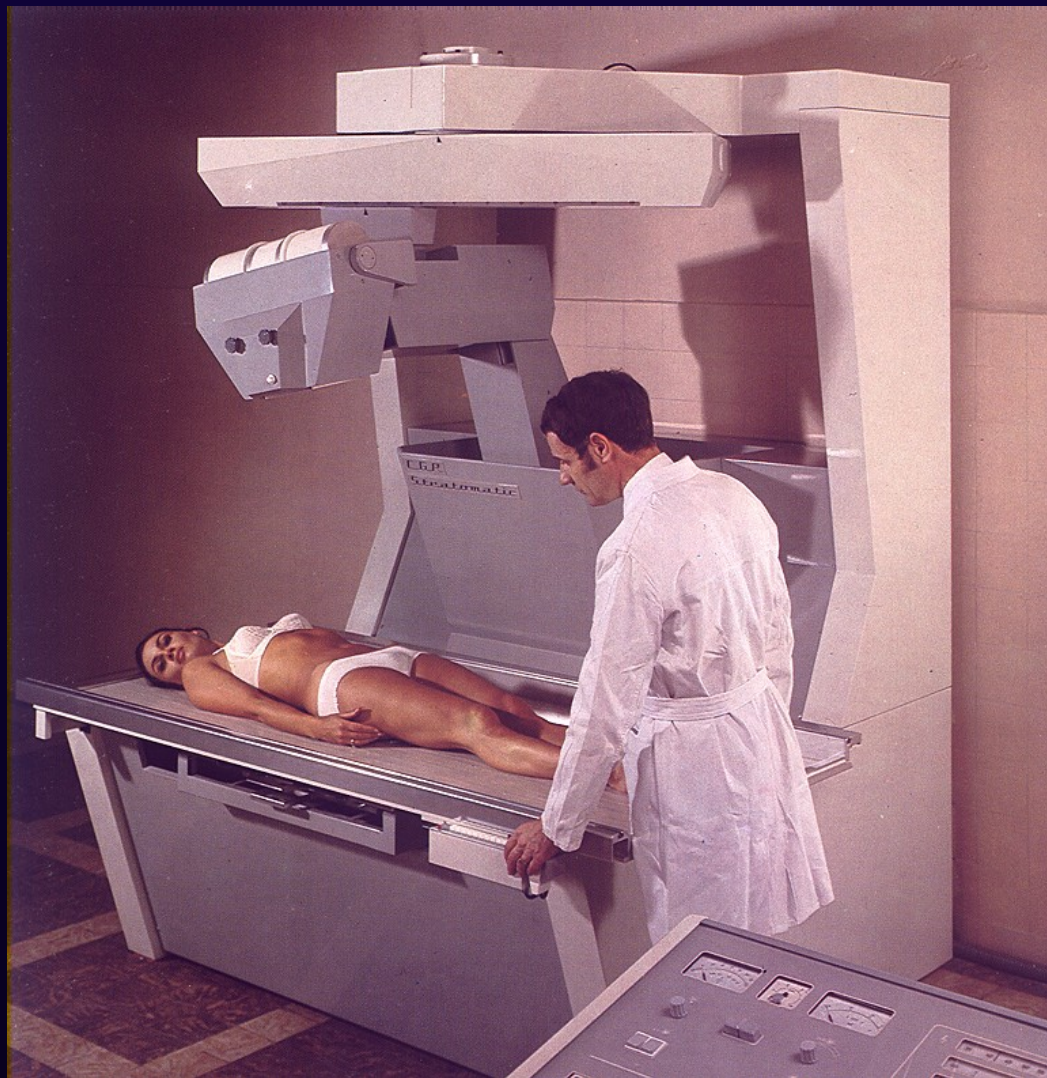
# ПРИНЦИП

ПРИДВИЖВАНЕ ОКОЛО ЕДИН ЦЕНТЪР НА ДВА ОТ  
ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ГРАФИЯТА





# РЕНТГЕНОВА ТОМОГРАФИЯ



*Проф. Н.Тоцев - МУ Плевен*

# РЕНТГЕНОВА ТОМОГРАФИЯ

## ВИДОВЕ:

### **1. Еднопосочна /линейна/**

**а/** Праволинейно хоризонтално – болният е в легнало положение

**б/** Праволинейно вертикално – болният е в седнало или право положение

### **2. Многопосочна** – дъга, кръг, спирала, синусоида и др.

Томографията се изпълнява в различни проекции – лицева, странична, коса и аксиална.

# РЕНТГЕНОВА ТОМОГРАФИЯ

## УСЛОВИЯ:

1. Да се извършва в противоположна посока около една ос на люлеене
2. Оста на люлеене да лежи на височината на търсените изменения
3. По време на движението **Централния лъч** да сочи винаги центъра на филма

Ефект на размазване – **липсва при КТ**

## СЛОЕВЕ:

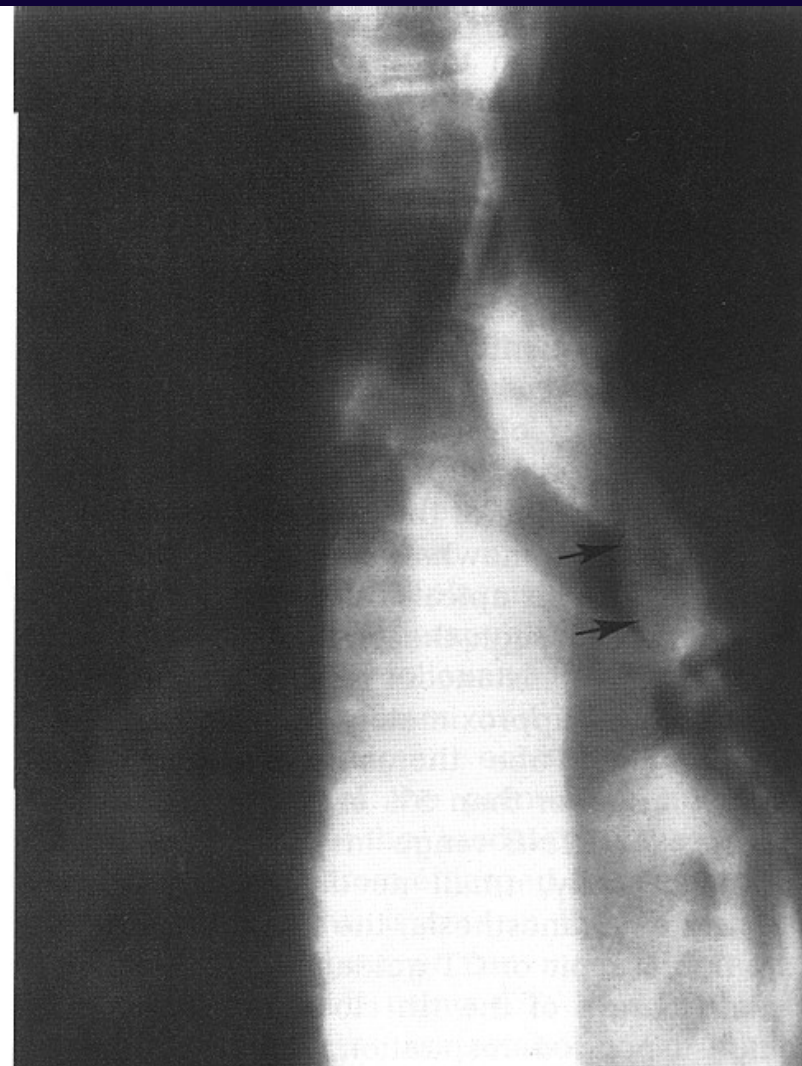
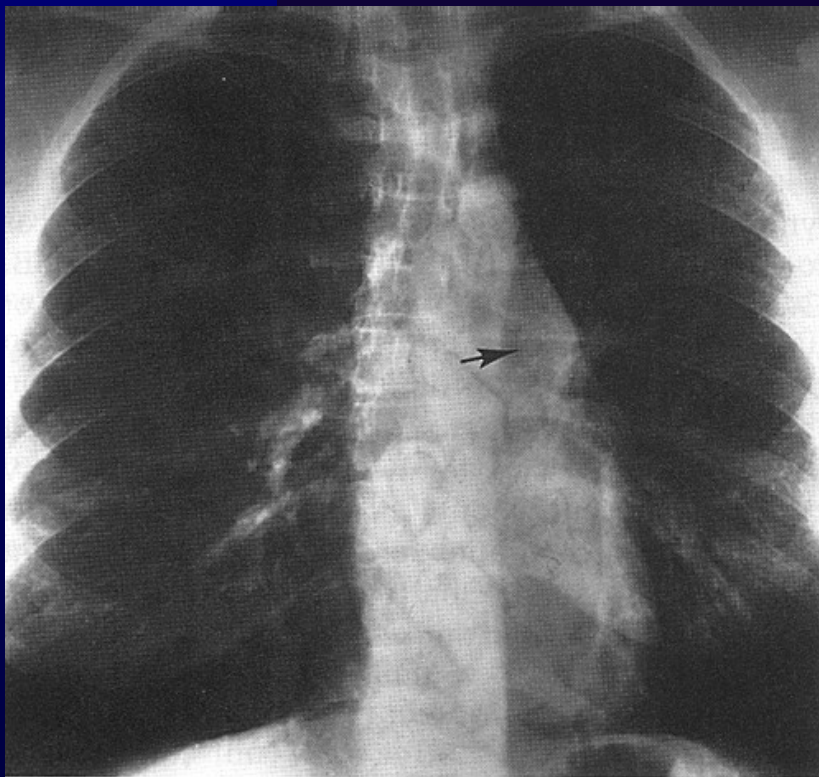
1. Слой на пълна яснота
2. Слой на полуяснота
3. Слой на пълно заличаване на сенките

**СТЪПКА**

**ЪГЪЛ НА ЛЮЛЕЕНЕ /10 - 50°/**

**От 5 -10 -15° – ЗОНОГРАФИЯ**

# РЕНТГЕНОВА ТОМОГРАФИЯ



# ТЕРМОГРАФИЯ

Регистрация на спонтанното инфрачервено излъчване / топлина/

Методът е разработен в началото на 60-те години.

Всъщност кожата на тялото служи като “екран”.

Инфрачервените лъчи са от групата на електромагнитните лъчения.

Могат да се поглъщат или излъчват в различна степен от кожата.

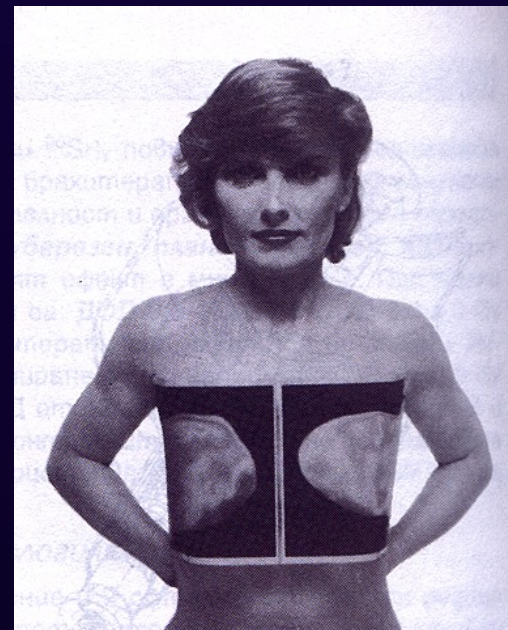
Полученият образ съдържа **физиологична**, респективно **патофизиологична** диагностична информация, а **не анатомична** сянка.



# ТЕРМОГРАФИЯ

## ВИДОВЕ:

- 1. Телетермография**(термовизия) – с детектор /полупроводников кристал – индиев антимионид/. Той се намира на страни от обекта /пациента/- 3-3.5 м. Възприема информацията, трансформира я в електрически сигнали и се предава на монитора/термовизионна камера/. Информацията е **монохронна** /сива/ или **полихромна** /многоцветна/- **256** цвята. Всеки цвят отговаря на температура от 0.04°, т.е. диапазон от 10.5°. ”Болното място” се изобразява в червено!
- 2. Контактна термография** – с течни холестеринови кристали /импрегнирани в специални термочувствителни фолии/, които променят цвета си при температурни разлики.



# ЕХОГРАФИЯ /СОНОГРАФИЯ/





# ЕХОГРАФИЯ /СОНОГРАФИЯ/

Метод за изобразяване на отделни телесни сегменти и органи с помощта на ултразвукови вълни /ехоимпулсна техника/

Ултразвук – звукови вълни с честота **над 20 000 Hz** т.е. над прага на възприемане от човешкото ухо.

Как се генерират еховълни?

Пиезо-електричен ефект – **1880 г. PIERRE; JACQUE CURIE**  
“**пиезо**” – натиск, налягане, компресия, разтягане.

Пиезо-електричен ефект – възникване на електрически заряд на повърхността на някои кристали /бариев титанат, оловен цирконат, литиев сулфат/ при механична деформация на структурата им.

# ЕХОГРАФИЯ /СОНОГРАФИЯ/

Първоначално приложение – за военни цели. През 1912 г. – корабът Титаник

Понастоящем намира приложение в техниката /дефектоскопия/

В областта на медицината **УЗ** първоначално е използван с терапевтична цел. Първото съобщение за прилагането му като диагностичен метод – **DUSSIK, 1942 г.**

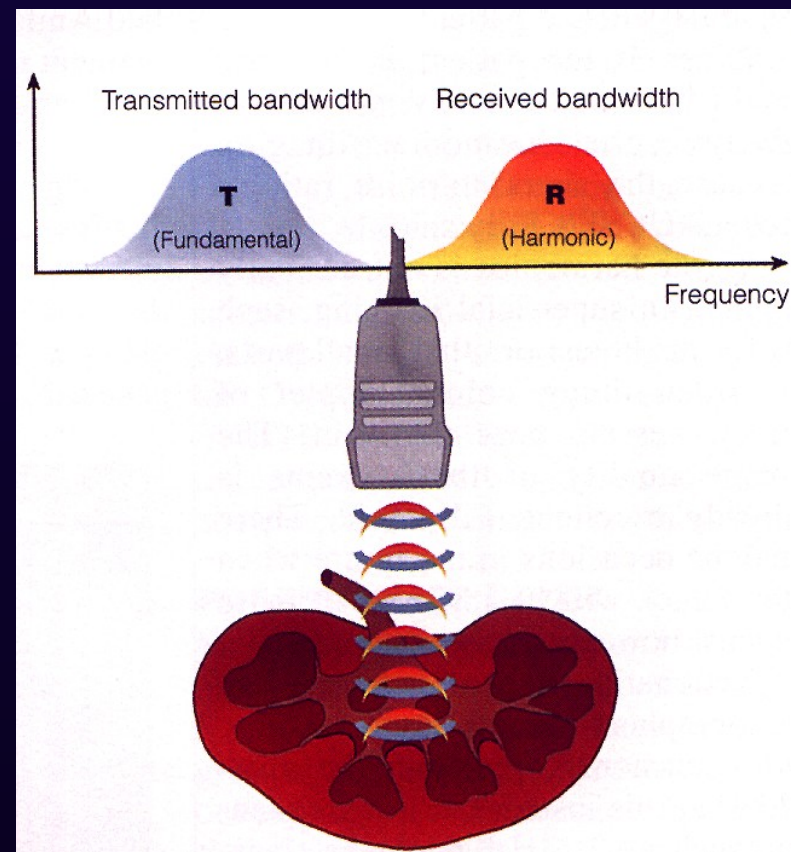
**1954 г. EDLER; HERTZ** поставят началото на ехокардиографията

# ЕХОГРАФИЯ /СОНОГРАФИЯ/

## ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ:

1. Чрез електромеханичен преобразовател /сонда, датчик, трансдюсер – **2,5 - 9 MHz** / се излъчва **кратък, затихващ, праволинеен** сигнал.
2. Разпространяване в обекта
3. Отразяване на приетия ехо-сигнал обратно и приемане /от същия трансдюсер/, който демодулиран и дигитализиран се трансформира в образ на монитора.

Най-добра проводна среда са течностите, най-лоша е въздухът – трансмисионен /контактен/ гел **“SONOGEL”**



# ЕХОГРАФИЯ /СОНОГРАФИЯ/

## ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ:

1. Преобразувател /трансдюсер/ - секторен, линейен, конвексен
2. Екран
3. Командно табло
4. Термопринтер

Образът може да бъде неподвижна картина или в реално време – **REAL TIME**

## ОСНОВНИ МЕТОДИ:

1. А-метод /"A-MODE" – **AMPLITUDE MODULATION/**  
едноизмерно изображение – при ехоенцефалографията
2. Б-метод /"B-MODE" - **BRIGHTNESS MODULATION/**  
двуизмерно изображение
3. М-метод /"M-MODE" – **TIME MOTION MODE/**  
при ехокардиографията.

# СПЕЦИАЛНИ УЛТРАЗВУКОВИ МЕТОДИ

1. **Ендоскопска ЕГ** – на стомашно-чревния канал (трансезофагеална, трансректална), трансвагинална, трансуретрална
2. **Интервенционална ЕГ**
3. **Доплерова сонография** – 1842 г. австриецът **CRISTIAN DOPPLER** описва доплеровия ефект – **изменение в честотата на ехо-вълните, когато те се отразяват от движещ обект /еритроцитите в кръвните съдове/**. Той е пропорционален на скоростта на движение на еритроцитите.

Доплеровият сигнал е с честота **0-16 000 Hz /инфразвук/**, поради което има и своята акустична характеристика.

До 80-те години се използва конвенционалната доплерова сонография **/4-10 MHz/** с възможност за изследване само на артериите на крайниците и екстракраниалните съдове.

Дълбочината на проникване в тъканите е по-голяма при използване на по-ниски фреквенции **/обикновено 2-8 MHz/**. При транскраниалната доплерова сонография **/R. Aaslid, 1982/** се прилагат **2 MHz** честоти, поради по-голямата им прониквателна способност, необходима за преодоляване на костно-менингеалните бариери.

# СПЕЦИАЛНИ УЛТРАЗВУКОВИ МЕТОД

Видове изследвания с ултразвукова доплерова техника /УЗДТ/:

**А/ недирекционална УЗДТ** – в портативните доплерови апарати. Наличие само на акустичен сигнал без регистрация на екран или чрез пишещо устройство.

**Б/ бидирекционална УЗДТ** – по начина на излъчване на ултразвук се различават:

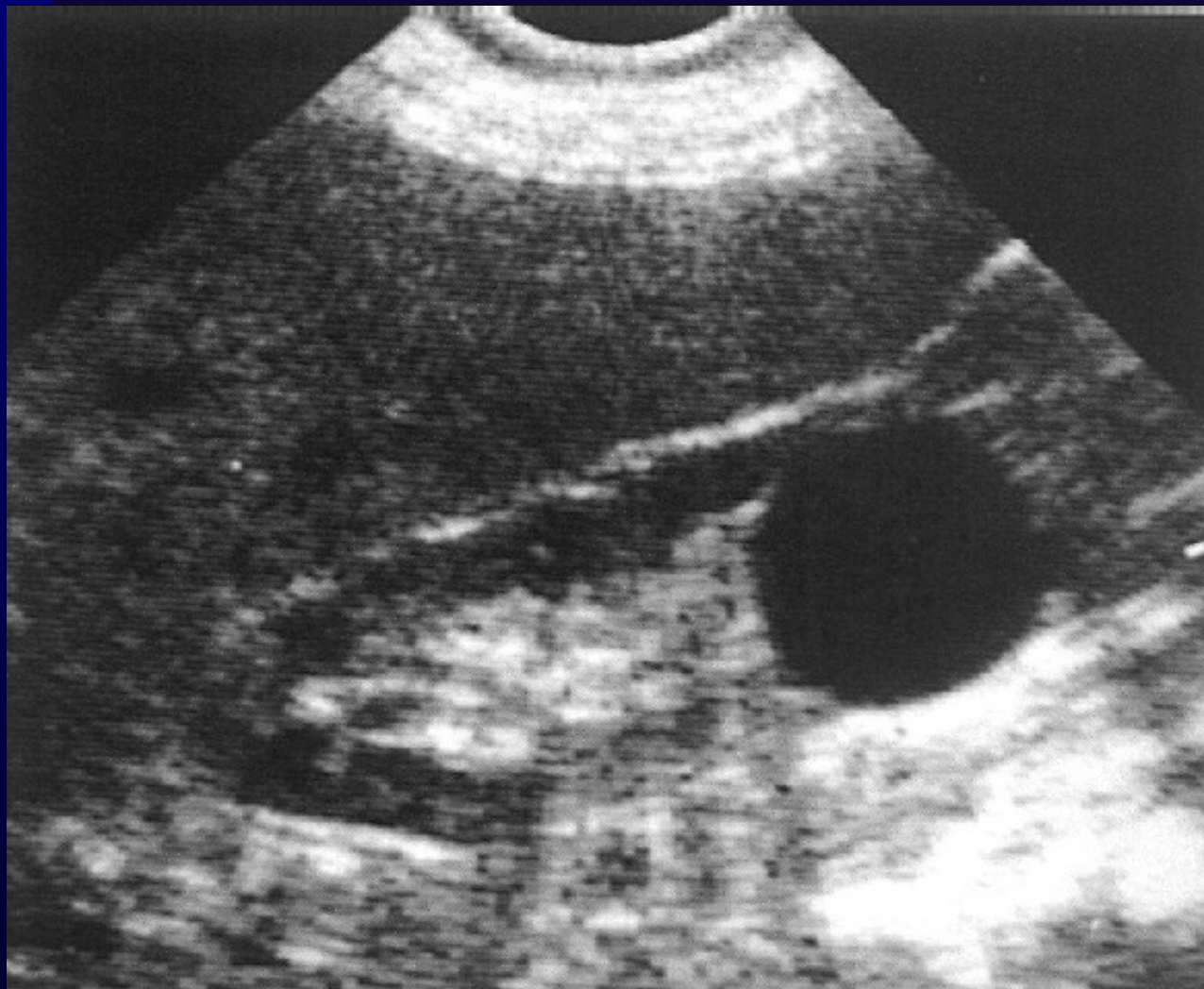
- **Постоянно вълнова сонография /continuous wave sonography/**. За изследване на крайниците и екстракраниалните мозъчни съдове. Получава се информация за движението на кръвта в целия съд. Недостатъци: липса на информация за дълбочината на изследване и невъзможност за селективно изследване.
- **Пулсова сонография /pulse wave sonography/**. За изследване на екстра- и интракраниалните артерии. Позволява изследване на напречното сечение на кръвния ток в лумена на съда. Недостатък: по-трудно откриване на сигнал, поради инсонирание само на участък, който е в диапазона на изследвания кръвен обем, т.н. пробен обем /sample volume/.



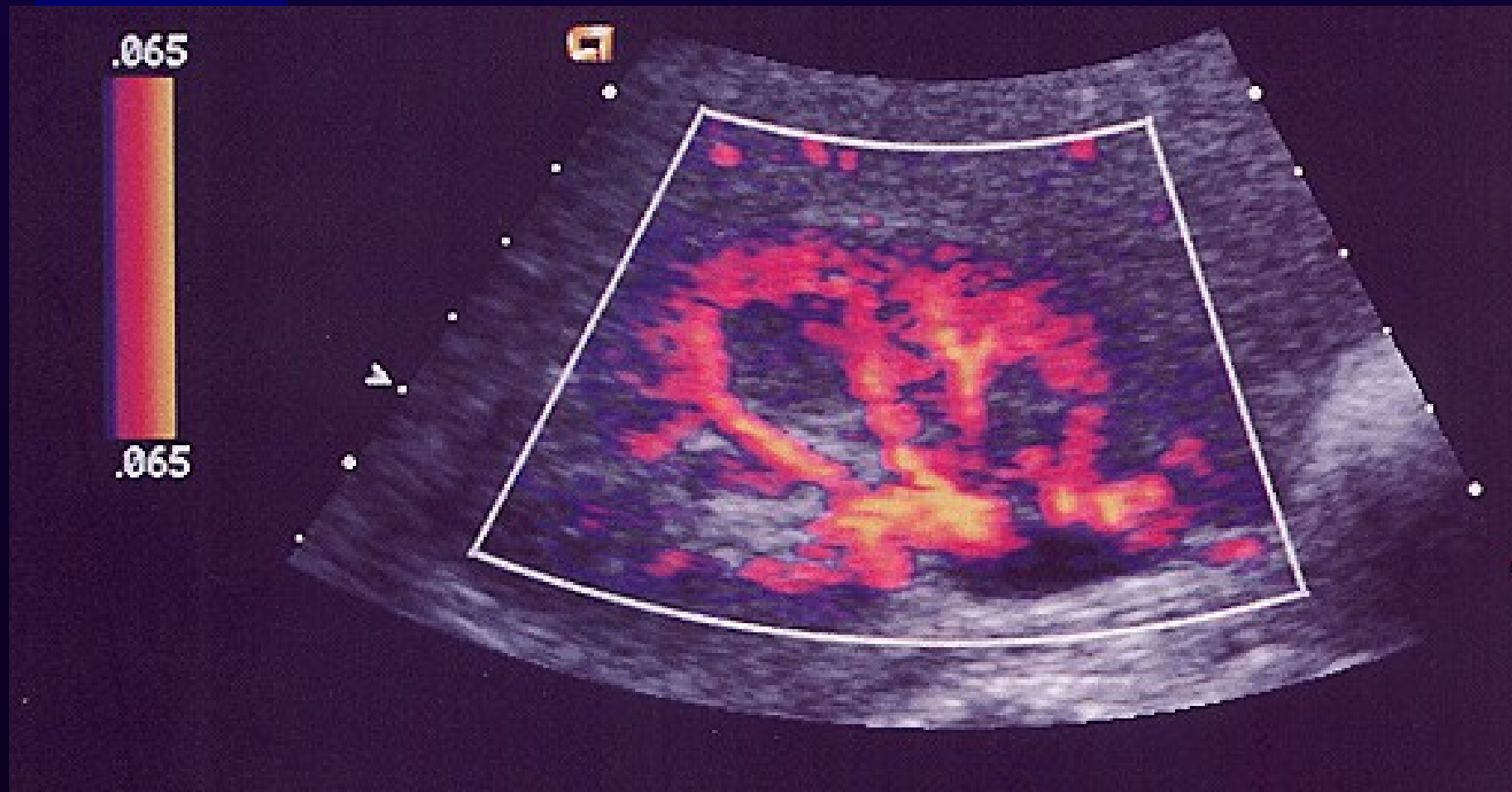
# СПЕЦИАЛНИ УЛТРАЗВУКОВИ МЕТОДИ

- **Ултразвуково доплерово скениране** /доплерово картиране/. Двуразмерно /постоянновълново и пулсово/ скениране на артериалните съдове /colour flow mapping, imaging/. Този метод дава визуална представа за движението на кръвта в съда / flow-to/, но не и за съдовата стена.
  - **Дуплекс сонография** – съчетание от В-образ и пулсова / pulse wave/ сонография.
  - **Мултидиапазонна пулсова доплерова сонография** /Multi-Range Doppler Sonography/. Предимства: едновременно инсонирание на различни дълбочни при използване само на една сонда; широк честотен диапазон на ултразвуковата емисия /1-16 MHz/.
  - **Тридимиенсионална транскраниална доплерова сонография** /3-D TCD Multi Dop Scan/. Разновидност на мултидиапазонната пулсова сонография, но със специална сонда с вграден микропроцесор за автоматично търсене и регистрация на интракраниалния поток в областта на изследвания сектор.
4. **Контрастно усилване на ЕГ –Levovist /Shering/**

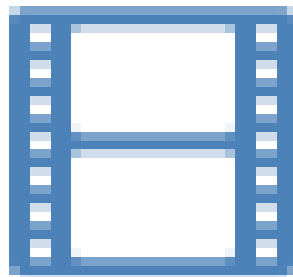
# Ехография на бъбрек



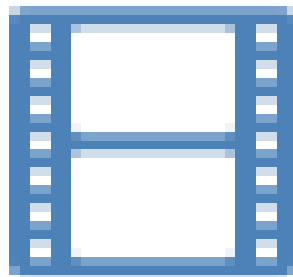
# Доплер-сонография на бъбрек



# Доплер-сонография

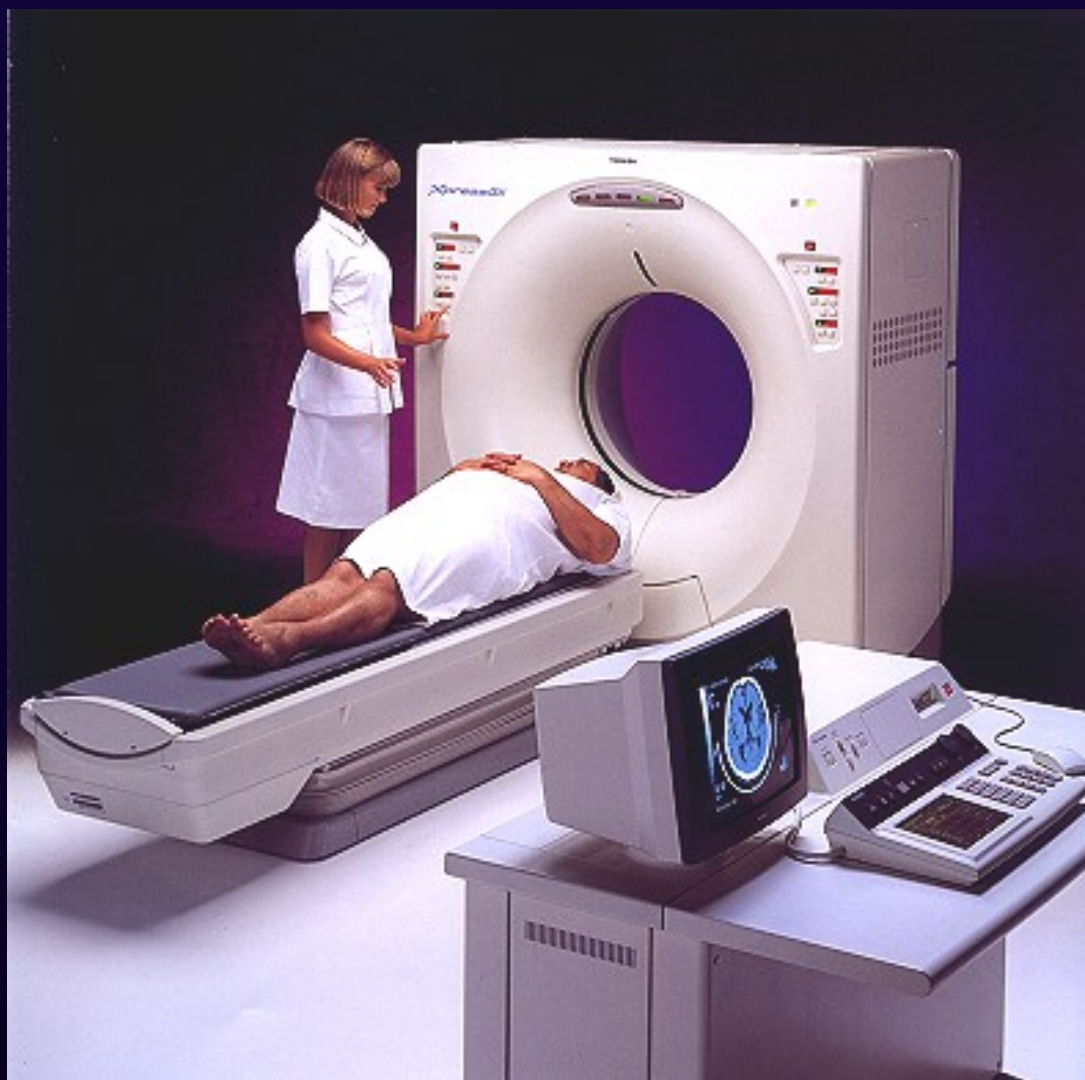


# Доплер-сонография



Mod1.avi

# Компютърен томограф





# КОМПЮТЪРНА ТОМОГРАФИЯ

**КОМПЮТЪРЕН ТОМОГРАФ** /скенер/ - апарат, чрез който се изследва обекта на принципа на скенирането.

**“SKANNING”** - разлагане на части

Образът е “чист” израз на даден срез за разлика от конвенционалната томография.

**1961 г. OLDENDORF** – идея за мекотъкнна плътностна рентгендиагностика на мозъка

**1963 г. А. Мс. CORMACK** – математическа теория за реконструкция на образа

**1972 г. инж. д-р CODFREY HOUNSFIELD** конструира първия аксиален компютърен томограф, чиито изпитания се провеждат под ръководството на проф. **AMBROSE**, Англия.

**1979 г. HOUNSFIELD; Мс. CORMACK** - Нобелова награда за медицина

# КОМПЮТЪРНА ТОМОГРАФИЯ

## КОМПЮТЪРНИЯТ ТОМОГРАФ СЕ СЪСТОИ ОТ:

### 1. Скениращо устройство /гентри/

- рентгенова тръба - двуфокусна **130 кV; 40-400 mA** – твърдо лъчение. Съвременните рентгенови тръби са металокерамични.
- генератор – компактен, захванат за гентрито
- система от детектори

**кристални** /сцинтилационни-натриев йодид/

**газови** /йонизационни-ксенон/

Докато при конвенционалната рентгенография лъчите попадат

перпендикулярно на интересувания ни обект, то при КТ те са **успоредни** на изследвания слой, като го пролъчват под различни ъгли.

- силови и управляващи електроники

# КОМПЮТЪРНА ТОМОГРАФИЯ

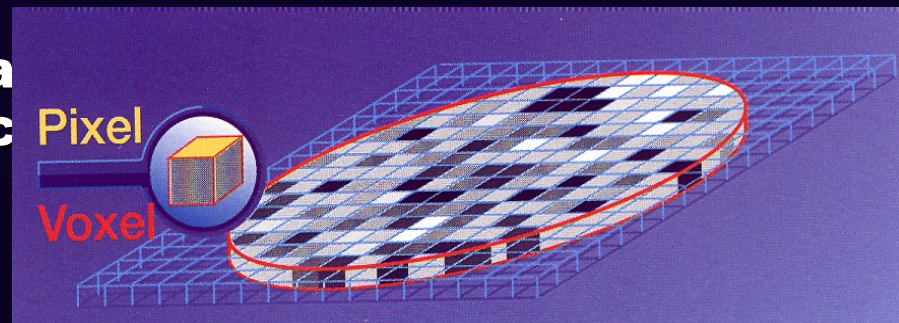
2. Пациент-маса – движи се вертикално и хоризонтално; ръчно /при позициониране/ и автоматично.
3. Компютър
4. Телевизионна уредба с мултиформатна камера
5. Команден пулт – тастатура, компютърна мишка, разговорна уредба

Образът при КТ се визуализира чрез матрица.

Тя е различна при различните поколения апарати.

Един елемент /квадратче/ от образа се нарича **PIXEL** /**PICTURE X ELEMENT**/.

Обемната единица се нарича **ELEMENT**/. Има възможнос



# ПРОЗОРЕЧНА ТЕХНИКА

С термина „прозорец” –window се означава цифровото изражение на двете величини : широчина (*width*) и ниво (*level*), характеризиращи образите, получени при КТ изследването.

**Window width /WW/ - демонстрира плътностния диапазон на визуализираните структури.**

**Window level /WL/ - демонстрира структурите, чиято плътност се визуализира най-манифестно.**

**Например: стандартният мекотъкнен прозорец за изследване на черен дроб е  
WW=300/WL=40**

# КОМПЮТЪРНА ТОМОГРАФИЯ

## ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ:

Колимиран рентгенов лъч пролъчва обекта в представляващата интерес равнина /скениран слой/ от различни посоки и попада върху детекторите, където се преобразува в електрически сигнали.

Реконструираният образ е в цифров вид. На всяко число съответства определена гама на сивия цвят.

### Скала на HOUNSFIED

**-1000** /въздух/

**0**/вода/

**+1000** /кост/



Начинът на пролъчване и детектиране определя поколението на компютърния томограф.

# КОМПЮТЪРНА ТОМОГРАФИЯ

## МЕТОДИ НА КТ:

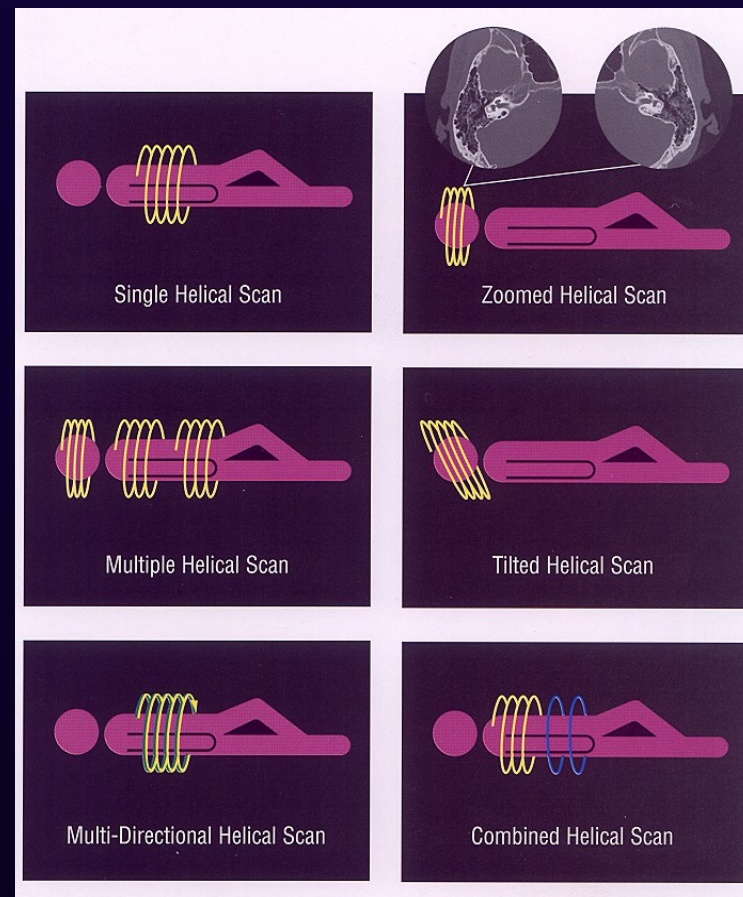
1. **Нативна КТ**
2. **КТ с контрастно усилване**
3. **Динамична КТ**
4. **Късна КТ /DELAYED CT/**
5. **КТ ангиография?**
  - тъй като съдовете на главния мозък вървят в равнина, несъвпадаща с равнината на скениране, методът не е популярен



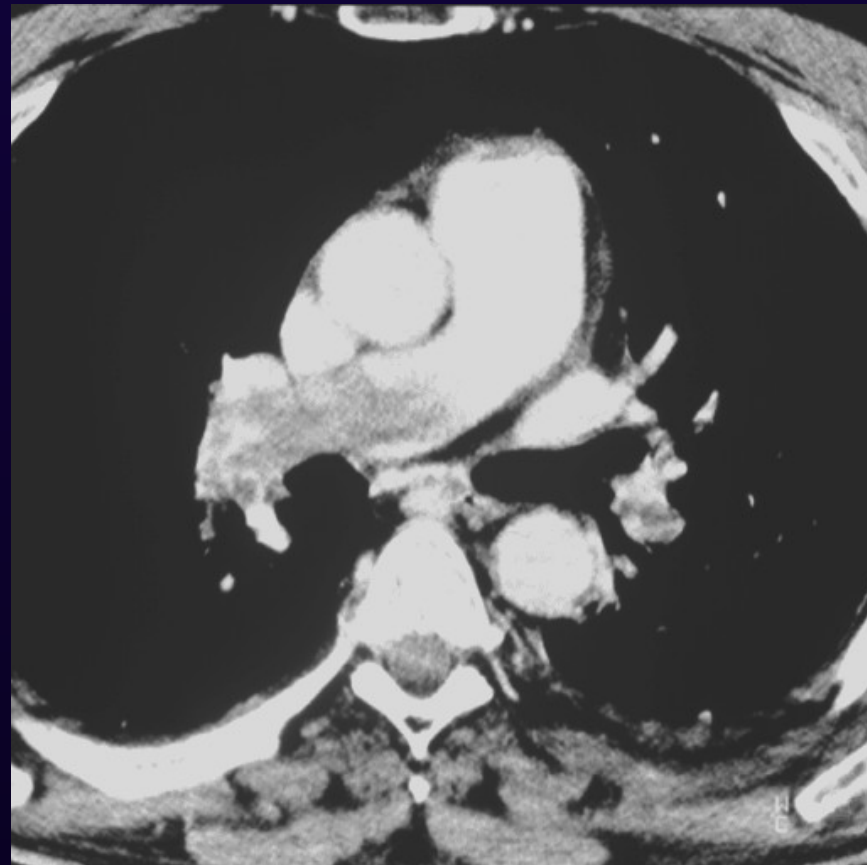
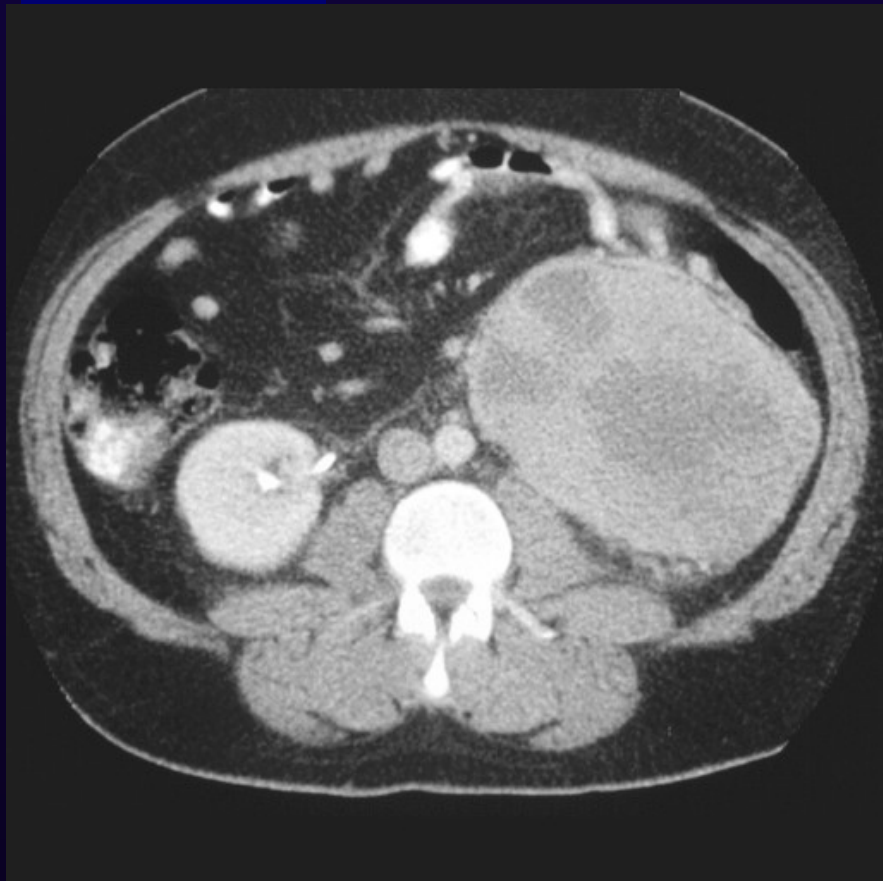
# КОМПЮТЪРНА ТОМОГРАФИЯ

**6. SPIRAL /HELICAL CT/ Бърз метод, при който рентгеновата тръба обикаля около тялото по спирална крива. При стандартната КТ пациентът се скенира в последователни срезове. Предимства:**

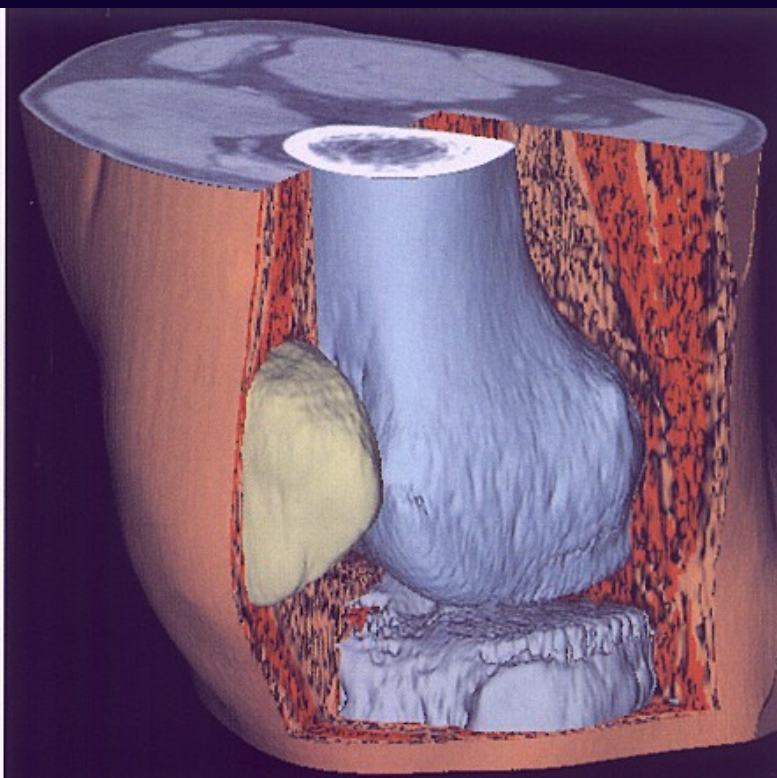
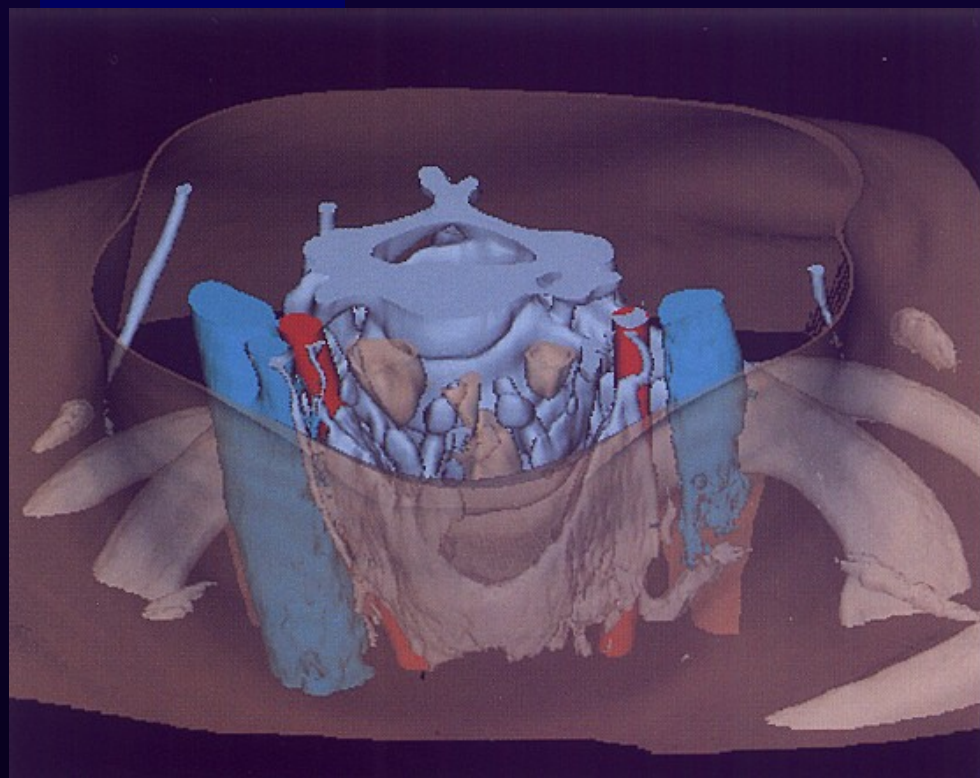
- **за кратко време и еднократно вдишване се изследват големи части от тялото**
- **в голям % са елиминирани двигателните артефакти**
- **КТ ангиография – дозата на приложената к.м. се намалява значително, тъй като инжектирането се контролира от компютъра.**



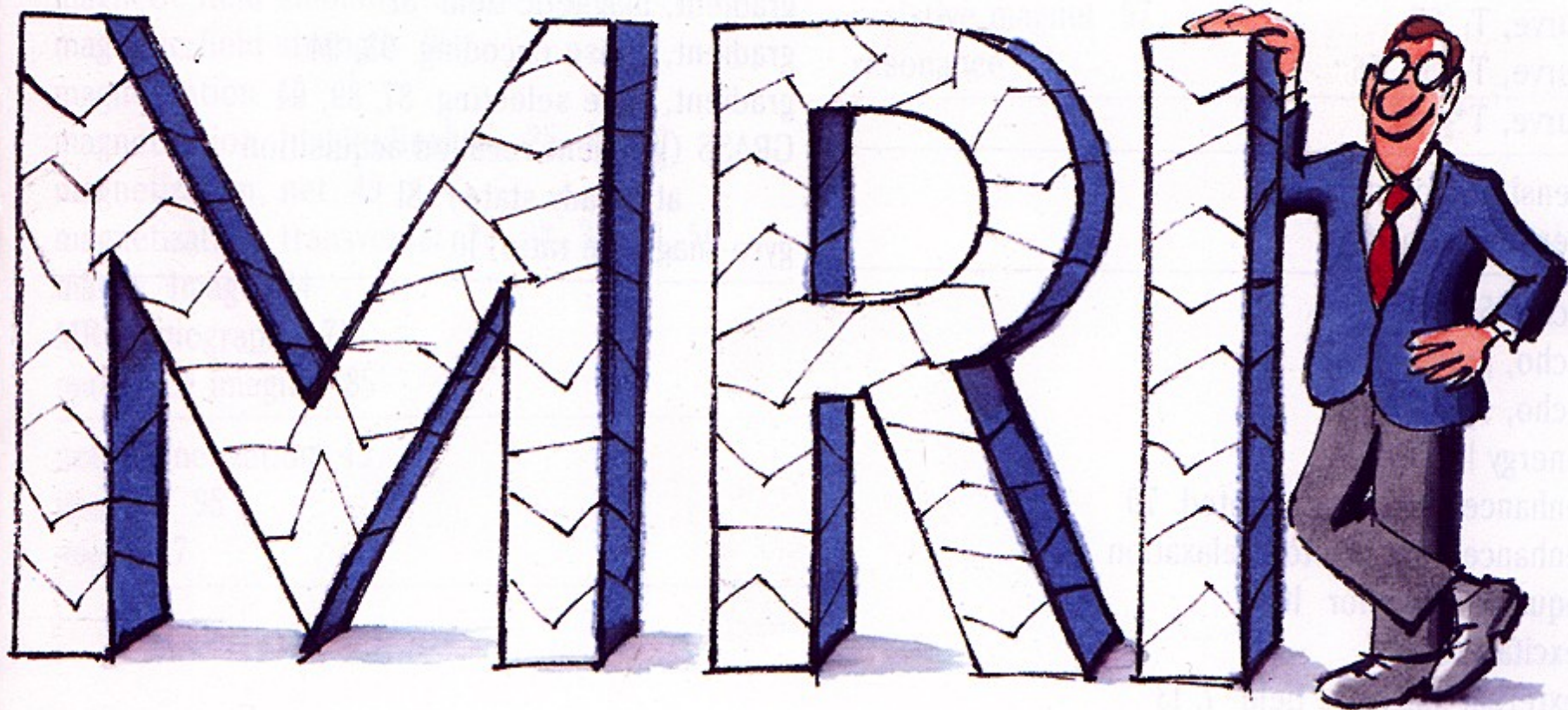
# КОМПЮТЪРНА ТОМОГРАФИЯ



# 3D реконструкция







# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ

**NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE /NMR/**

**KERNSPINRESONANZ /KSR/**

**1945 г. FILEX BLOCH ; EDWARD PURCELL**

Харвард          Станфорд

**1952 г. Нобелова награда за физика**

**1973 г. Идеята за използване IN VIVO /P. LAUTERBUR/**

**1976 г. Първи опити върху хора**

**1982 г. Първите апарати /томографи/**

**ЯДРЕНО-МАГНИТЕН РЕЗОНАНС /ЯМР;NMR/– поглъщане на част от приложената електро-магнитна енергия от атомите, които изпадат във възбудено състояние.**

# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ

В медицинската практика *in vivo* ядрено-магнитния резонанс/ЯМР,NMR/ е преименуван на магнитнорезонансно изобразяване /MRI/, т.к. терминът „ядрен” е постоянно и погрешно свързван с нуклеарната медицина(радиология)

По същата причина ЯМР спектроскопия, използвана *in vivo* , сега е наречена MRS – над 1.5 Т до 7 Т.

MRS се провежда след стандартното скениране, като на получените анатомични изображения се избират обеми на интерес(VOI) , в които ще бъде получен спектър. За получаване на спектъра могат се използват различни техники – единични/SVS/ и мултивокселни изображения/MVS/.



# ФУНКЦИОНАЛЕН МАГНИТЕН РЕЗОНАНС

Функционалният магнитен резонанс /fMRI/ - клиничното му приложение е в **невроретгенологията** :

1. Картографиране на хемодинамичните промени в мозъка и възможност за **директно** наблюдаване на мозъчната функция без прилагане на екзогенен контрастен агент /МОЗЪЧНО КАРТИРАНЕ/.

2. Точна предоперативна и интраоперативна локализация на патологичните процеси в интракраниалното пространство.

ДРУГИ методи за мозъчно картиране:

1. Wada-тест- последователно инжектиране на **пропофол** в двете каротидни артерии след проведена конвенционална каротидна мозъчна ангиография чрез трансфеморален достъп по Seldinger.

# МОЗЪЧНО КАРТИРАНЕ

2. Интраоперативна директна електрическа стимулация/ДЕС/ в условията на „будна краниотомия“

3. SPECT

4. PET

5. Магнетоенцефалография

6. Невропсихологично изследване

# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ

## ФИЗИЧЕСКИ ПРИНЦИП:

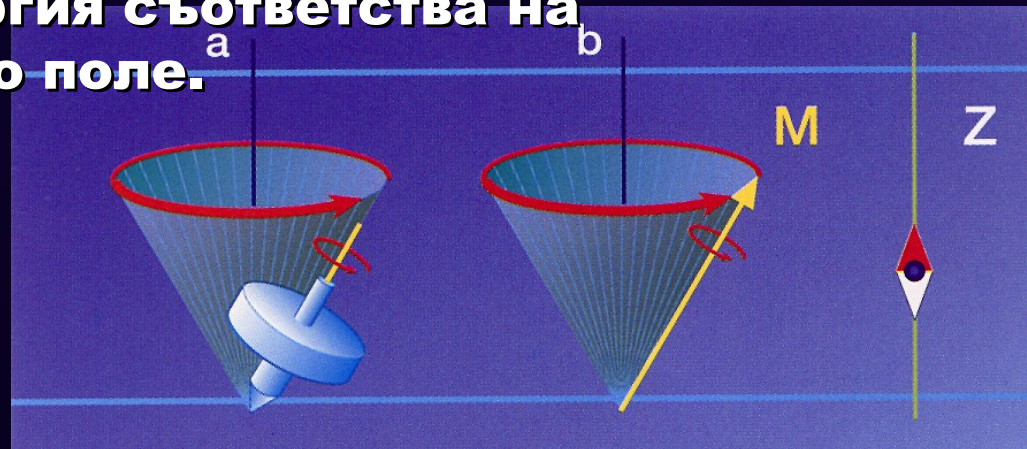
Атомите с нечетен брой протони  $^1\text{H}$ ,  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{13}\text{C}$

- магнитен момент

- въртящ момент /спин/

## ПОЛУЧАВАНЕ НА ОБРАЗ:

1. Ориентиране на магнитните моменти – успоредно на силовите линии чрез силно постоянно магнитно поле – **PRECESSION /LARMOR FREQUENCY/**. Излъчената електромагнитна енергия съответства на приложеното магнитно поле.



# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ

**Постоянното магнитно поле (гентри)**

– **MAGNETIC COIL** е с вектор крака-глава. Електромагнит 2,5-8 тона, състоящ се от медни тръбички, в които има цинково-ниобиеви нишки, по които тече ток. Те са поставени в камера с течен хелий за охлаждане до абсолютната нула:  $-4,2\text{ K}$  ( $-269^\circ\text{ C}$ ).

**Изолация от “горещия” външен свят чрез течен азот.**

**Мощността на апарата се определя в единици **Tesla** (  $1\text{ Tesla} = 10^4\text{ Gauss}$  )**

- **под  $1,5\text{ T}$  за образна диагностика**
- **над  $1,5\text{ T}$  за спектроскопия**



# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ

## **2. Прилагане на високочестотно, променливо електромагнитно поле – ДЕФАЗИРАНЕ. RADIO FREQUENCY COIL**

**Променливо магнитно поле : цилиндричен държател – детектор (шпула, бубина, антена; coil ), където се поставя пациента – различен за различните органи. Три вида антени – глава, тяло, крайници.**

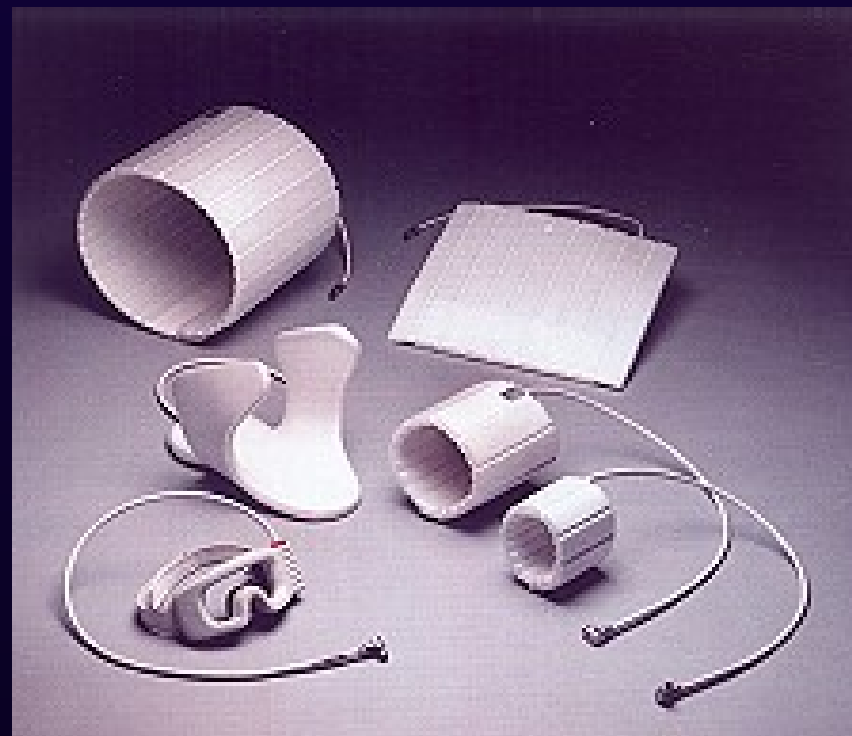
**Създава и измерва получената електро-магнитна енергия.**

**За цяло тяло антената е вградена към отвора на постоянния магнит (гентри).**

# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ

Между тези две магнитни полета са разположени **ДОПЪЛНИТЕЛНИ ЕЛЕКТРОМАГНИТИ (GRADIENT COILS)**

За коригиране на нехомогеността на постоянното магнитно поле  
За създаване на градиентно поле. Чрез него се локализират изследваните слоеве





# MRI



# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ

**3. Прекратяване действието на високочестотното променливо електромагнитно поле – РЕФАЗИРАНЕ. Ядрено-магнитните моменти се връщат в стабилно /равновесно/ състояние, т.е. отново прецесират.**

**Освобождаване на погълнатата енергия, която се улавя /детектира/ и дигитализира в образ. При разпространението си през обекта излъчвания квант енергия /радиовълна/ постепенно затихва, резонира /процес на релаксация/.**

# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ

Релаксацията се характеризира с **две времекостанти**:

**T 1** - надлъжно релаксационно време  
/характеризира времето за релаксация/. **SPIN-  
LATTICE** релаксация – получените образи са  
хипоинтензивни /негатив - както при КТ/.

**T 2** – напречно релаксационно време /характеризира  
взаимодействието между атомите по време на MRI/.  
**SPIN-SPIN** релаксация – получените образи са  
хиперинтензивни.

# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ

## ИЗГРАЖДАНЕ НА ОБРАЗИ:

### 1. **SPIN-ECHO /SATURATION RECOVERY/**

Дефазиране на  $90^\circ$

Добра пространствена разрешителна способност

### 2. **Обратен SPIN-ECHO /INVERSION RECOVERY/**

Дефазиране на  $180^\circ$

Добра плътностна разрешителна способност

Образите са като негатив на спин-ехо образите

# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ

## ПРЕДИМСТВА:

1. Бърза реконструкция в трите равнини на Декартовата координатна система – X, Y, Z
2. Демонстративни са естествените контрасти в организма
3. По-висока плътностна разрешителна способност – плаки при MS, гръбначен стълб, стави, малък таз, медиастинум.
4. Магнитно-резонансна ангиография – получава се **изображение само на течащата кръв** – “**FLOW**”-то, а **не на лумена** на съда.
5. Методът е безвреден?

# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФИЯ

## НЕДОСТАТЪЦИ:

1. **Риск при болни с имплантирани електро-стимулатори, метални протези /импланти, по-стари от 10-15 г./ - магнитното поле е 7000 пъти по-силно от магнитното поле на земята и се разпространява на 25 стъпки от апарата.**

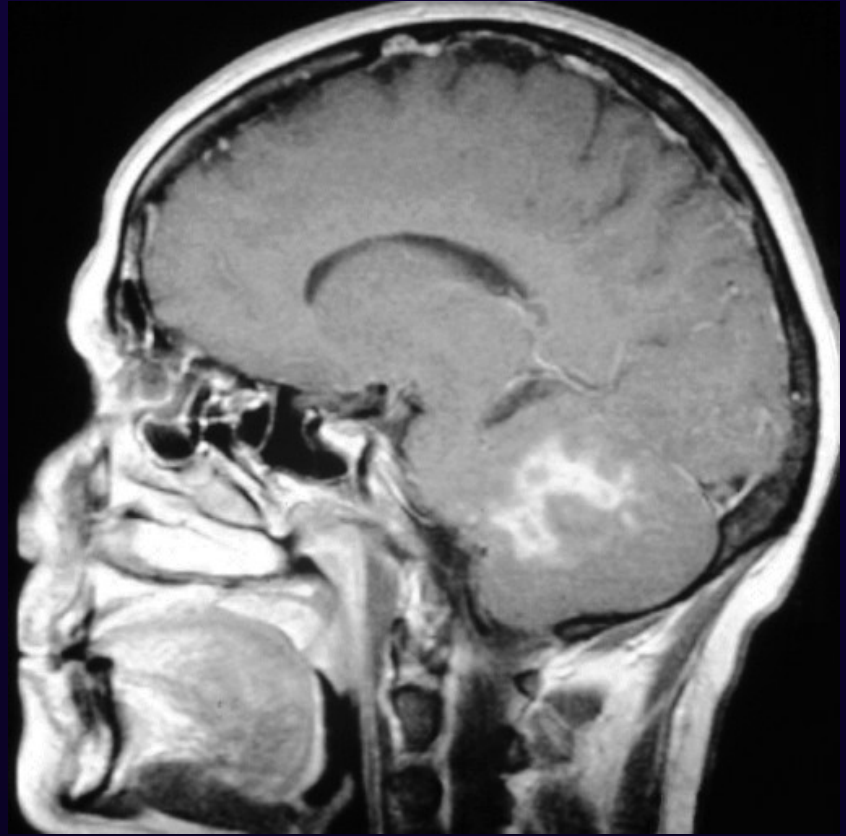
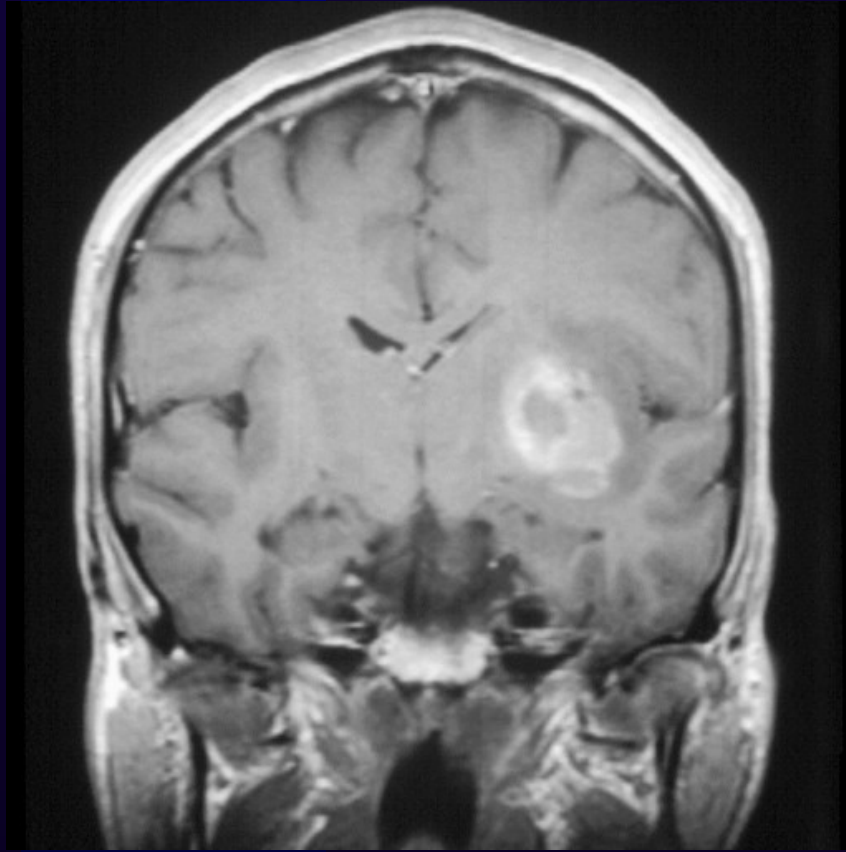
Пиърсинг; екстейшъни на косата !

1. **Висока цена на апаратурата**
2. **Скъпа поддръжка**
3. **Бавен метод**

**ТІМ система /Total Imaging Matrix/ : технология, позволяваща комбиниране на информацията от много бобинни елементи.  
Magnetom Avanto – Siemens**



# MRI



# MRI



# 3D реконструкция



# Хибридни образни технологии

SPECT/CT и PET/CT позволяват получаване на уникален комбиниран образ от две различни техники : анатомични образи от многосрезов спирален СТ и молекулярни образи т. е. Морфологичен СТ образ + функционална сцинтиграфска информация – визуализира много рано патологично промененият метаболизъм в органите !!!

При SPECT/CT се прилагат еднофотонни емитери, най-често  $^{99m}\text{Tc}$  и  $^{131}\text{I}$  , а при PET/CT – позитронни емитери, най-често  $^{18}\text{F}$ -FDG [fluoro-2-deoxy-2-glucose] или  $^{11}\text{C}$ .

$^{18}\text{F}$ -FDG излъчва 511 keV гама енергия и има период на полуразпад 109,7 минути.

# HYBRID IMAGING

Предимство на PET/CT : по-добра разделителна способност – могат да се уловят патологични огнища с размери над 5 mm., докато с SPECT/CT - над 1 cm.

Недостатък на PET/CT : високата цена на изследването, дължаща се на използвания радиофармацевтик, който се произвежда в цикличен ускорител на частици - циклотрон .

SPECT/CT : УМБАЛ „Александровска” – София и КОЦ – София

PET/CT : УМБАЛ „Св. Марина”-Варна и УМБАЛ „Александровска- София

# PET CT

**DASKALOVA, SVETLA, 176476, 18.4.1953 г., F**

Series Description: Transverse [WB\_CTAC] Body 10/8/2010 5:59:09 PM  
Image 32

ST. MARINA UNIV. HOSPITAL  
Zoom 164%

**y-Low Dose CT**  
**[WB\_CTAC] Body**  
**8/2010**  
**8/2010**



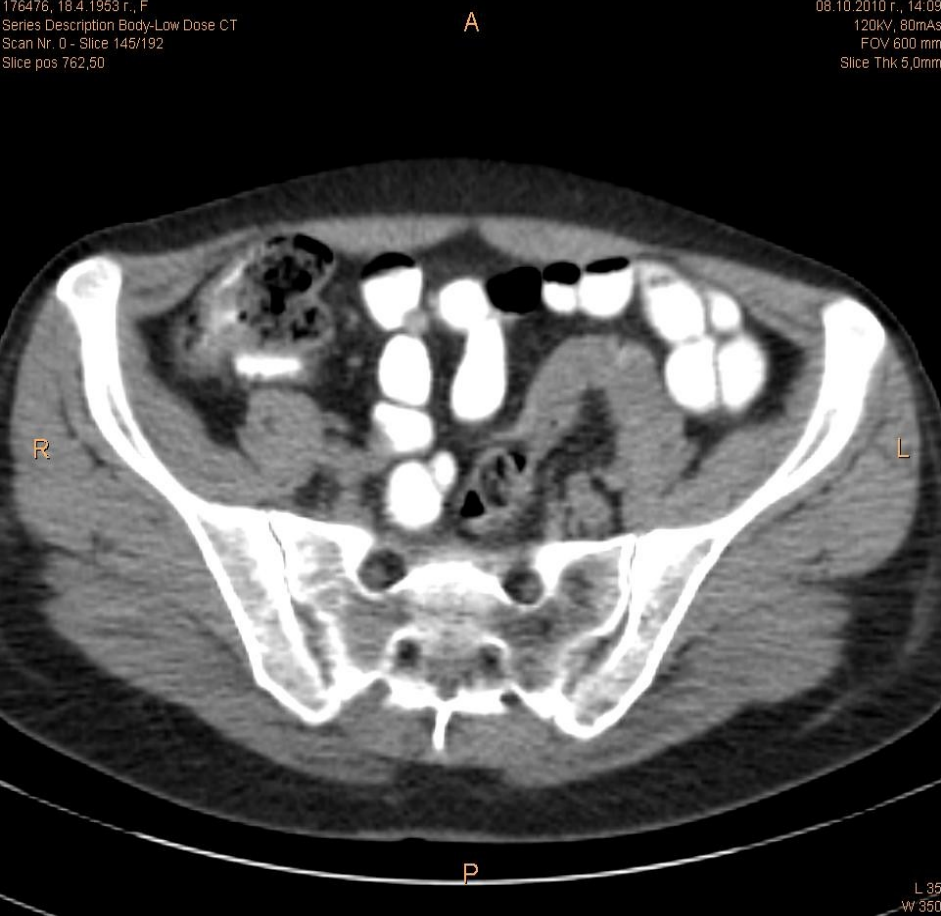


DASKALOVA, SVETLA  
176476, 18.4.1953 r., F  
Series Description Body-Low Dose CT  
Scan Nr. 0 - Slice 145/192  
Slice pos 762,50

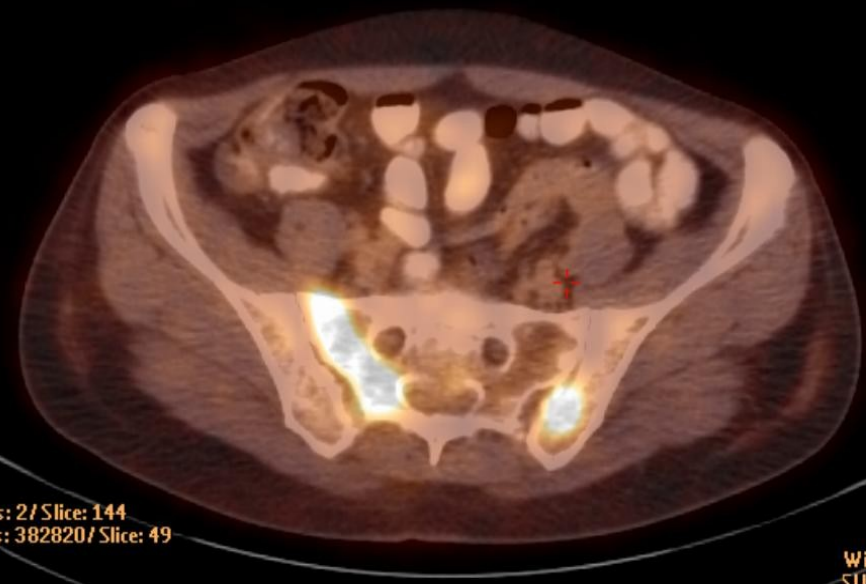
ST. MARINA HOSPITAL  
08.10.2010 r., 14:09  
120kV, 80mAs  
FOV 600 mm  
Slice Thk 5,0mm

**DASKALOVA, SVETLA, 176476, 18.4.1953 r., F**  
Series Description Transverse [WB\_CTAC] Body 10/8/2010 5:59:09 PM  
Image 36

ST. MARINA UNIV. HOSPITAL  
Zoom 164%



**y-Low Dose CT**  
**[\_CTAC] Body**  
**8/2010**  
**8/2010**



ies: 2/ Slice: 144  
ies: 382820/ Slice: 49

DASKALOVA, SVETLA  
176476, 18.4.1953 г., F  
Series Description Body-Low Dose CT  
Scan Nr. 0 - Slice 164/192  
Slice pos 857,50

A



ST. MARINA HOSPITAL  
08.10.2010 г., 14:09  
120kV, 80mAs  
FOV 600 mm  
Slice Thk 5,0mm

**DASKALOVA, SVETLA, 176476, 18.4.1953 г., F**  
Series Description Transverse [WB\_CTAC] Body 10/8/2010 5:59:09 PM  
Image 16

ST. MARINA UNV. HOSPITAL  
Zoom 142%

CT: Body-Low Dose CT  
PT: [WB\_CTAC] Body  
CT: 10/8/2010  
PT: 10/8/2010

