




# **Методики лучевой диагностики**

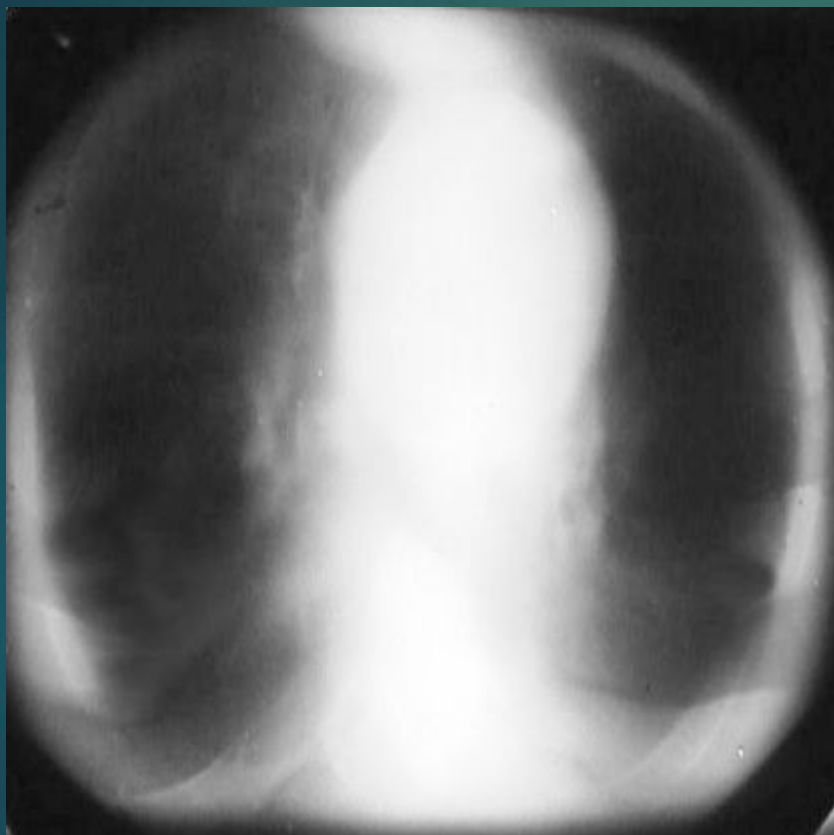
# Методики лучевой диагностики

- ▶ Рентгенодиагностика
- ▶ Рентгеновская компьютерная томография
- ▶ Магнитно-резонансная томография
- ▶ Ультразвуковая диагностика
- ▶ Радионуклидная диагностика
- ▶ Тепловидение
- ▶ Рентгенохирургия

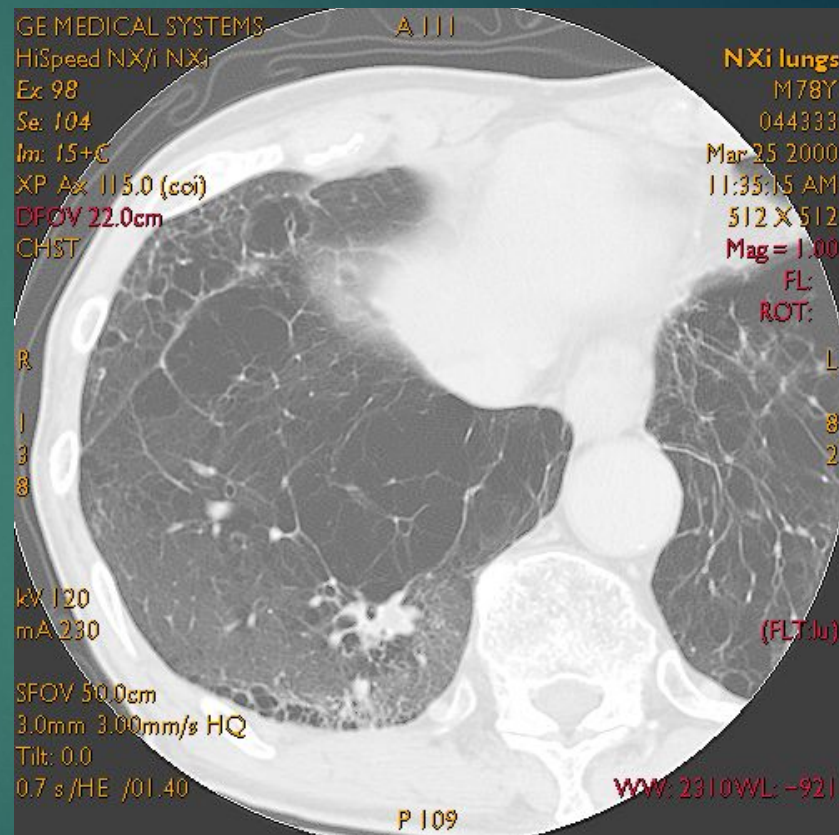


# Компьютерная Томография

# Эволюция томографии



Рентгеновская  
продольная томография легких

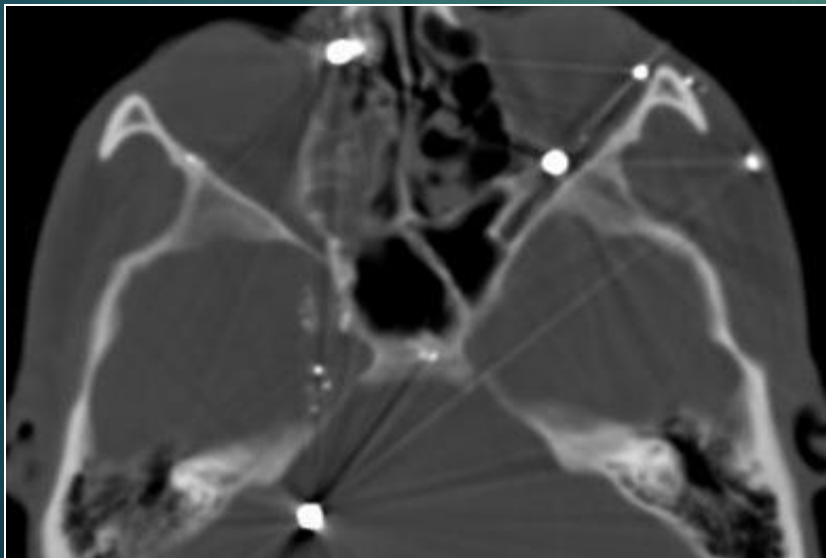
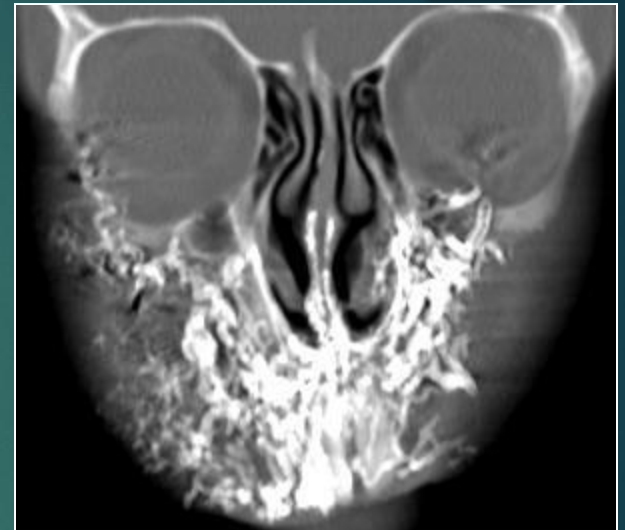
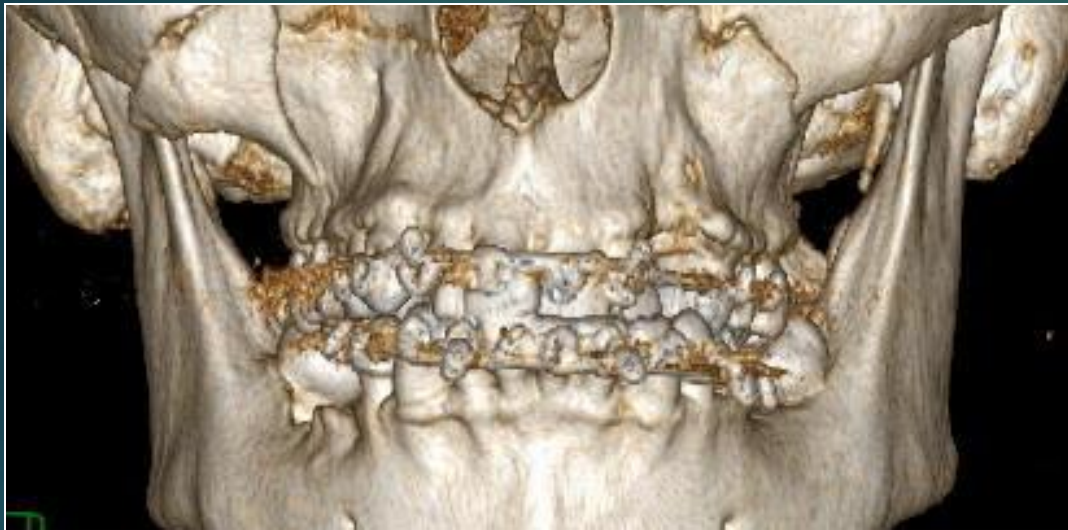


Компьютерная томография  
легких

# Компьютерная томография

Достоинства и преимущества	Недостатки и ограничения
Высокая разрешающая способность	Лучевая нагрузка
Короткое время выполнения	Ограничения функциональных исследований
Универсальность, стандартизация	Применение контрастных средств
Нет ограничений по тяжести состояния, строению тела и наличию инородных предметов	
Высокая пропускная способность	
Скрининг социально значимых заболеваний	

# Артефакты



Хаунсфилдовские  
артефакты

# Создатели компьютерной томографии



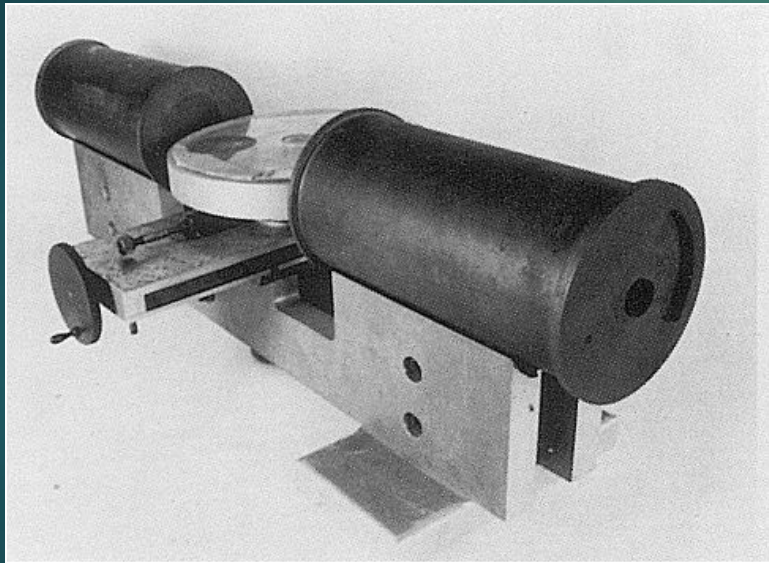
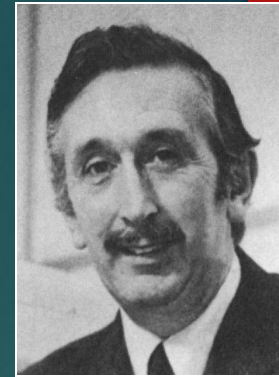
**Годфри Хаунсфилд**



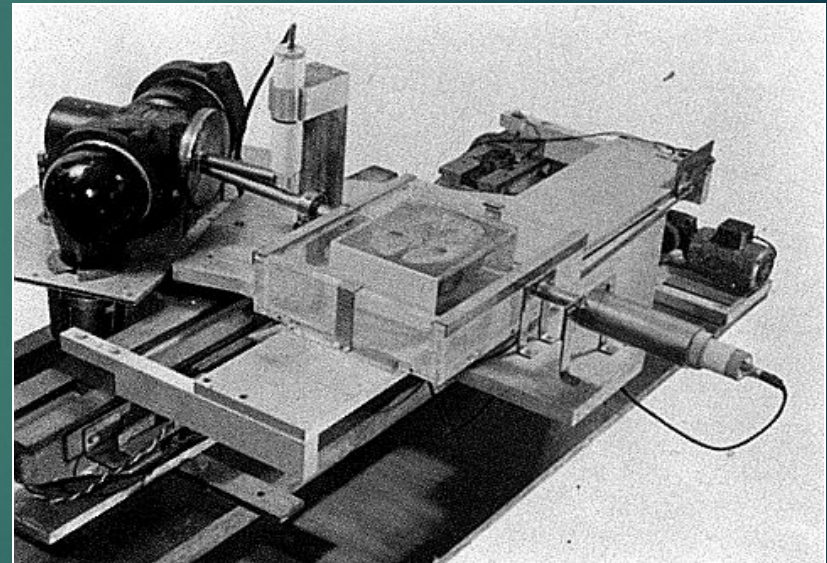
**Алан М.Кормак**

Нобелевские лауреаты за создание метода

# История развития КТ



Экспериментальная установка  
А. Кормака

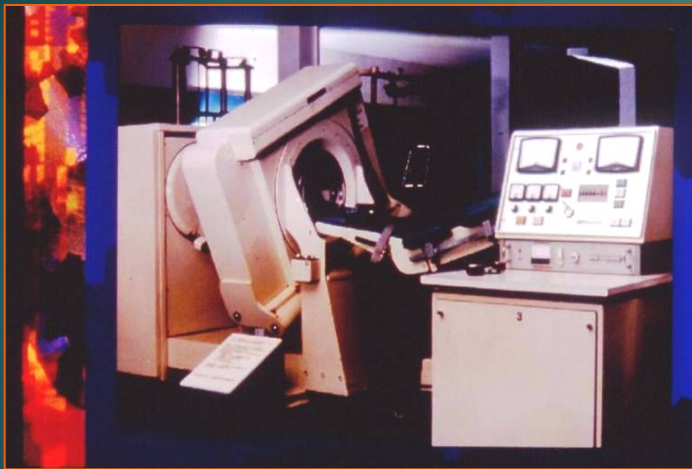


Экспериментальная  
установка  
Г. Хаунсфилда



# Первый КТ в мире (EMI, 1972)

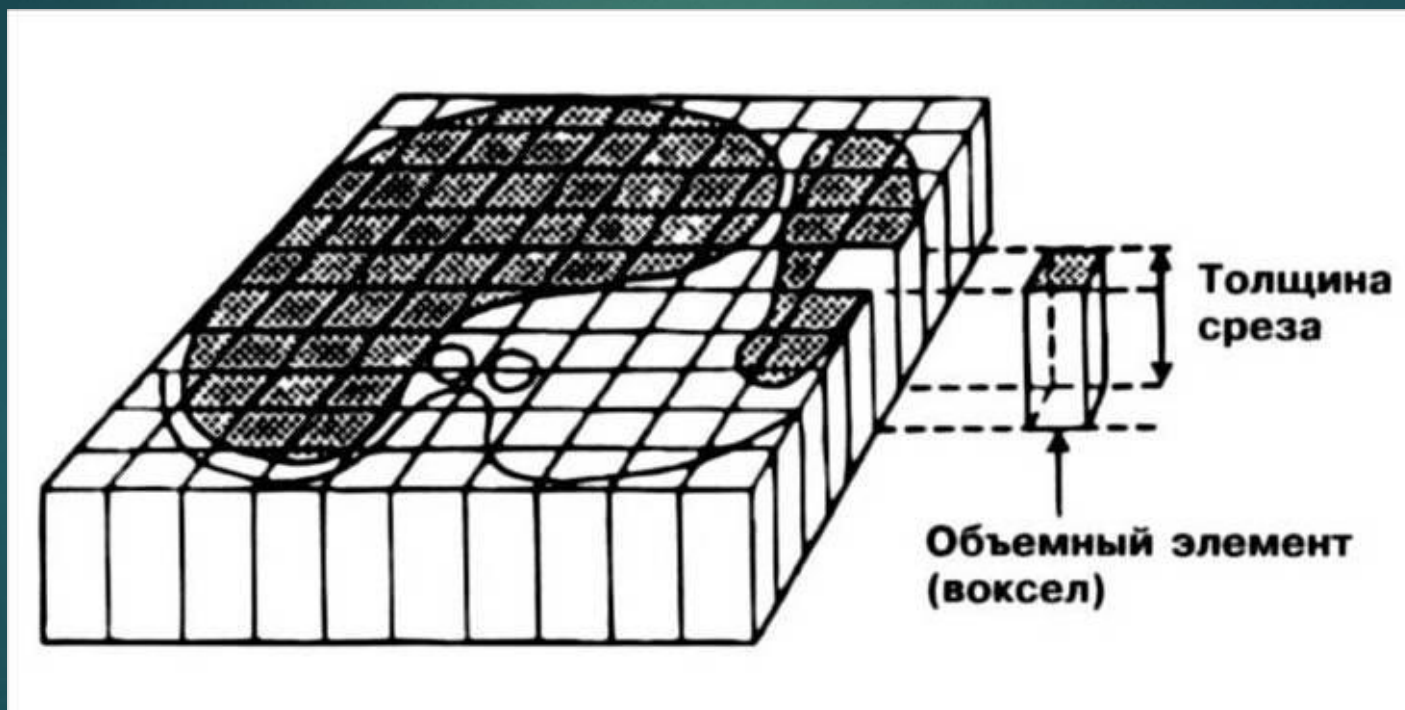
Только для исследования головного мозга



# История развития компьютерной томографии

- 1972 G. Hounsfield создал первый КТ (EMI).
- 1976 Первый в мире КТ для всего тела
- 1978 Первый КТ в СССР, ЦКБ, радиологический корпус
- 1979 G. Hounsfield и A. McCormac - Нобелевская премия.
- 1984 D.Boyd – создание электронно-лучевого томографа.
- 1989 Создание спиральных КТ (Toshiba, Siemens).
- 1993 Первый в России спиральный КТ, ЦКБ.
- 1998 Создание мультиспирального КТ – 4 среза.
- 2002 Создание МСКТ – 16 срезов.
- 2005 Создание МСКТ – 64 среза.

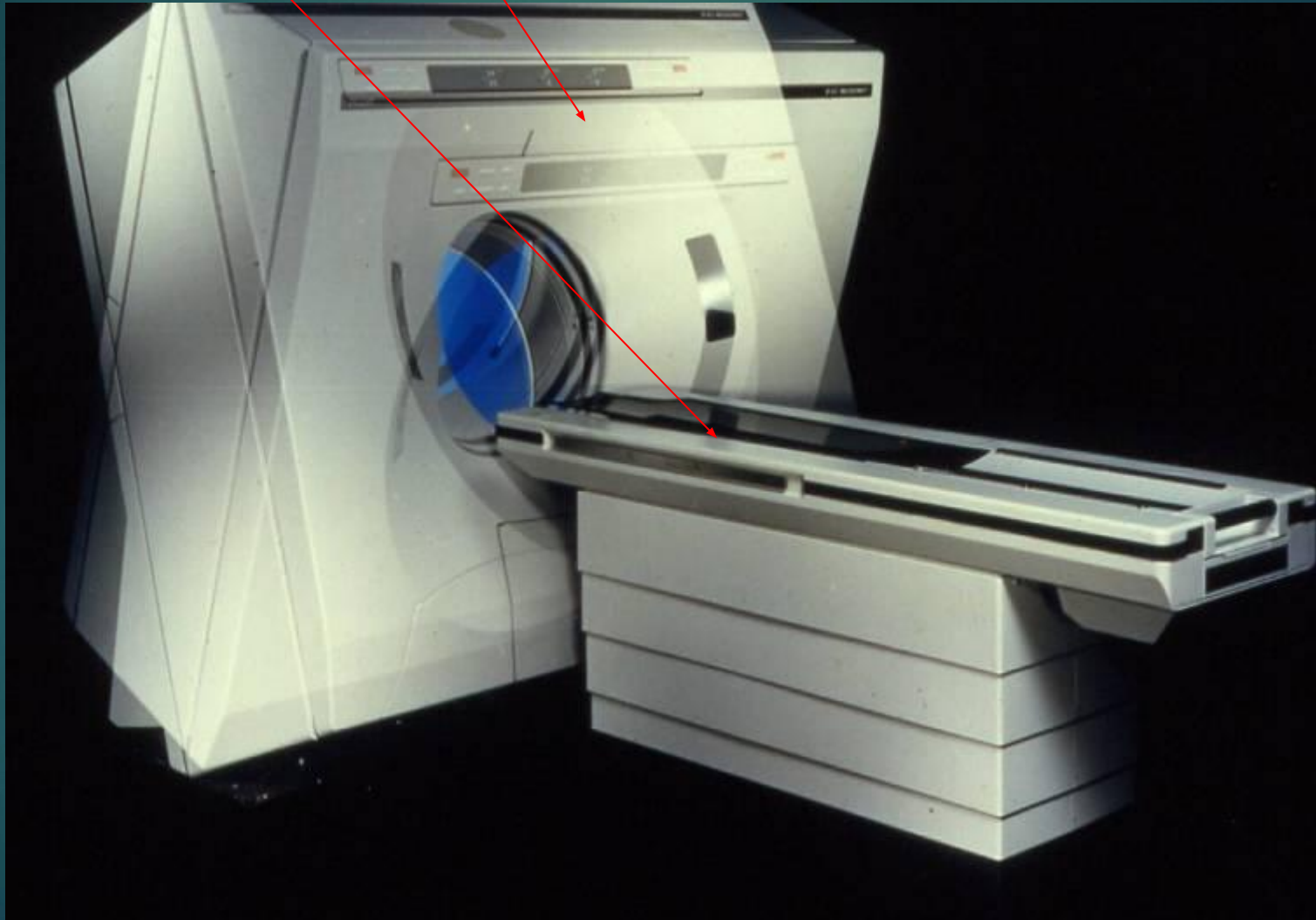
# Визуализируемый срез ткани, разделенный на элементы объема - воксели



Поглощение в каждом вокселе определяет яркость (оттенок серой шкалы) соответствующего пиксела на окончательном двумерном изображении

# Компьютерный томограф

(ложемент и гентри с вариантами наклона)



# Спиральный КТ



Наклон гентри  
от  $-30^\circ$  до  $+30^\circ$



Длина сканирования 100 см





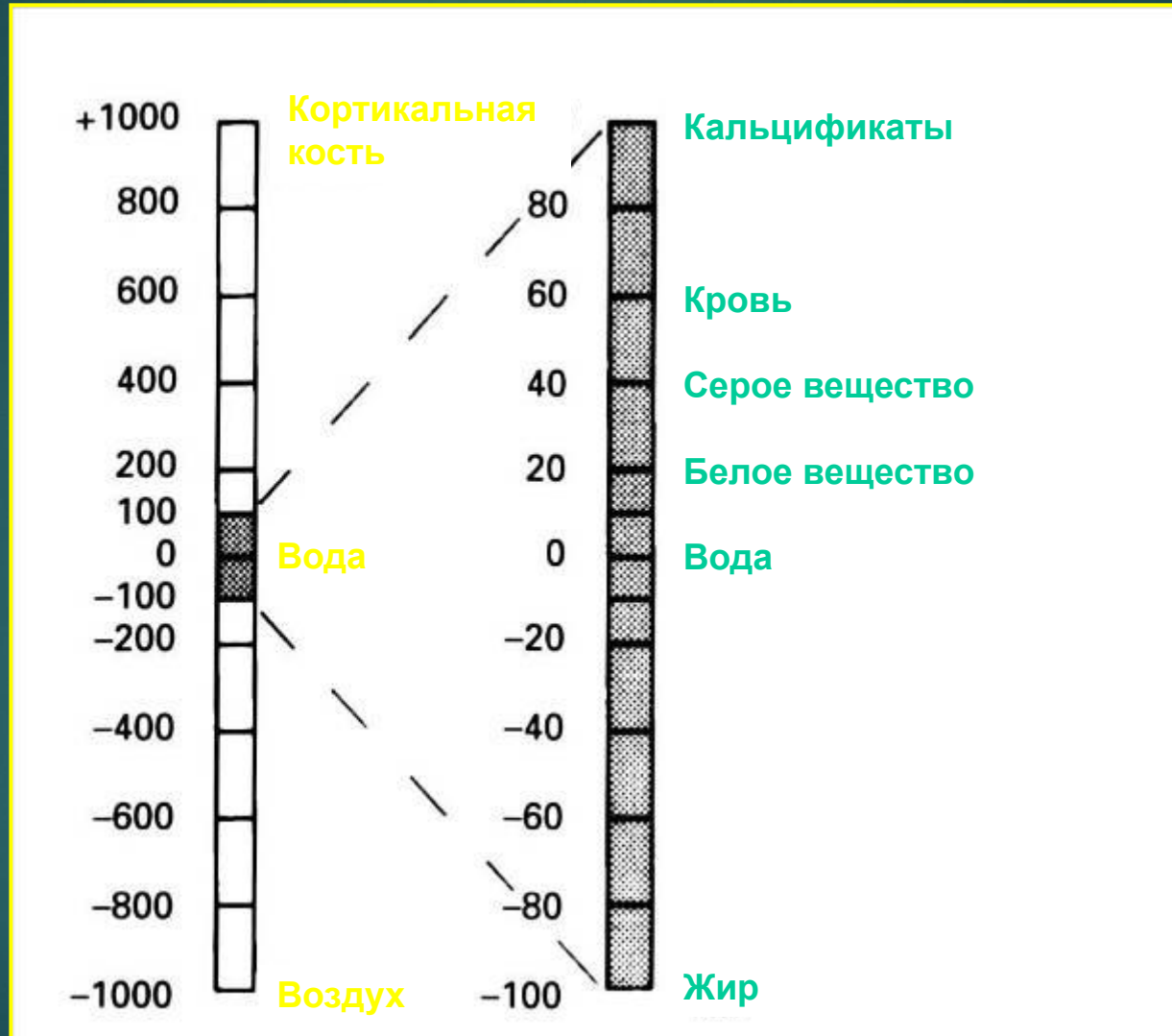




# Шкала Хаунсфилда

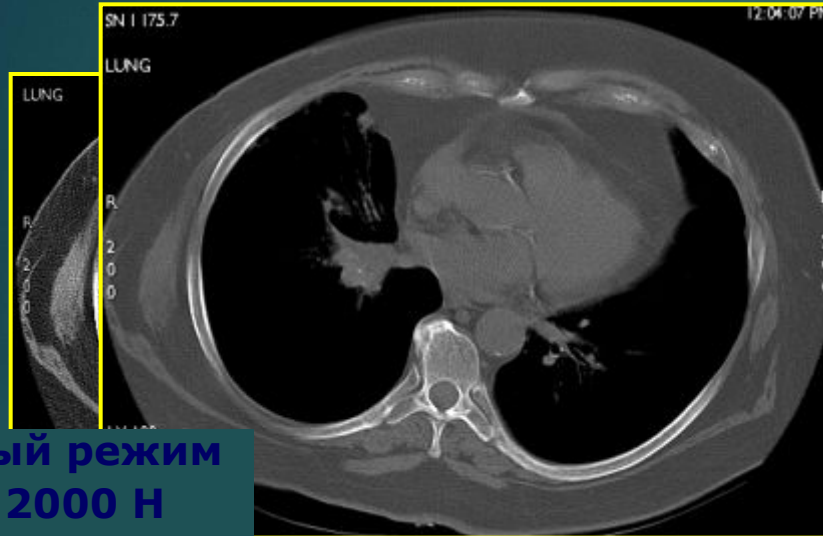
- ▶ При томографировании тела пациента создается карта *рентгеновских коэффициентов поглощения*, которые выражаются в единицах *Hounsfield (HU)*, названных так по имени изобретателя метода, где 0 HU соответствует уровню поглощения дистиллированной ВОДЫ, а минус 1000 HU - сухого воздуха. Коэффициент поглощения костной ткани - плюс 800-1000 HU. Эти коэффициенты называются *денситометрическими показателями*, с помощью которых определяют плотность тканей в любой точке измеряемого слоя.
- ▶ Денситометрические показатели вычисляются как результат общего поглощения рентгеновских лучей в объемном элементе (вокселе) среза КТ и являются суммой всех содержащихся в нем коэффициентов поглощения различных тканей в области измерения. Измерение плотностных показателей влияет на диагностику заболеваний.

# Шкала Хаунсфилда

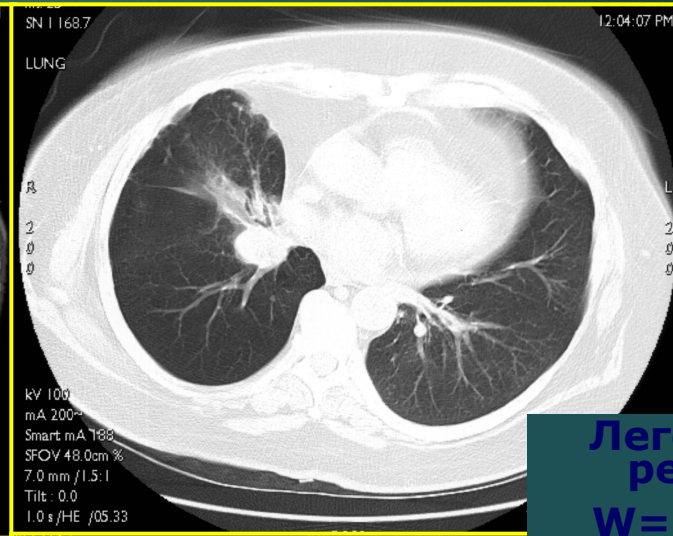


# Различные уровни «окна»

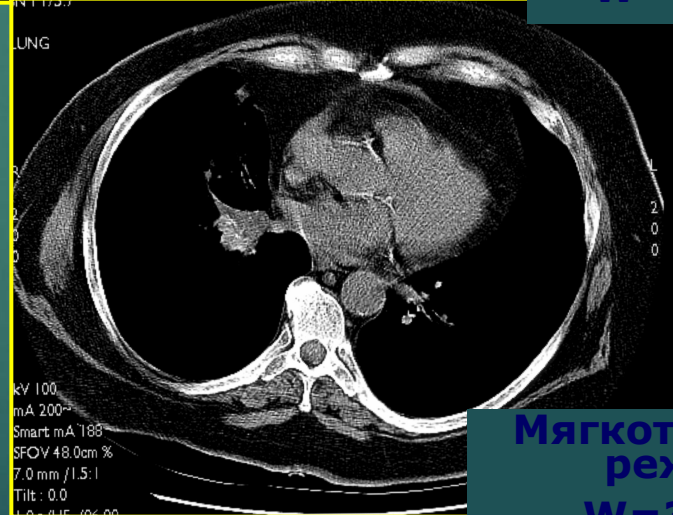
Отображаемый на экране диапазон шкалы Хаунсфилда



**Костный режим  
W=2000 H**



**Легочный режим  
W=1400 H**



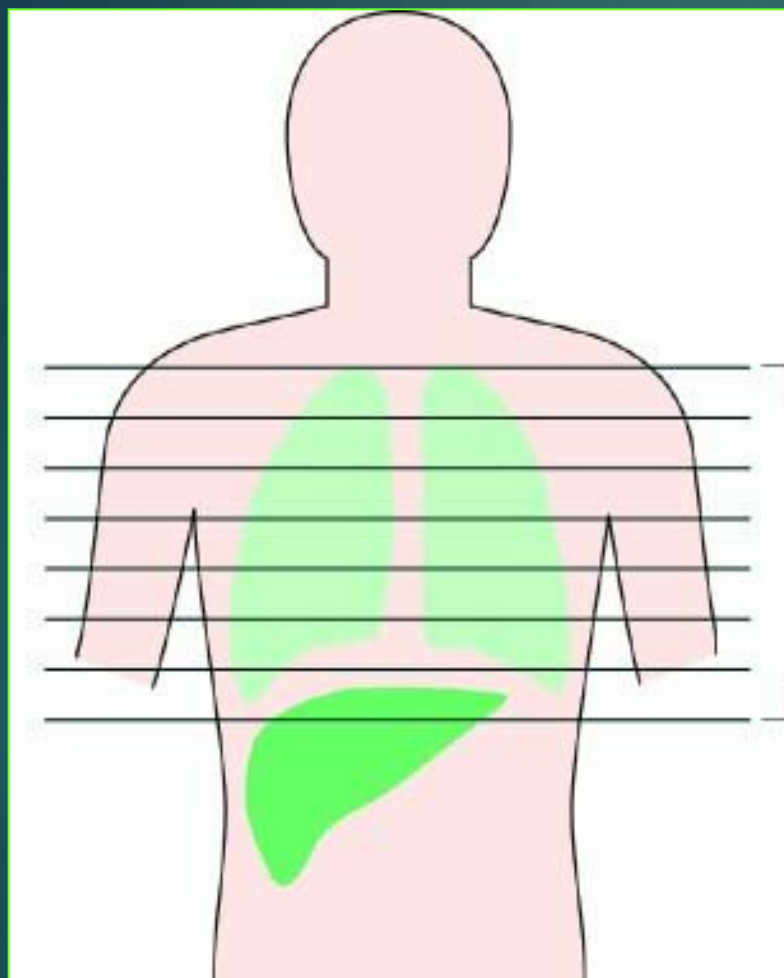
**Мягкотканый режим  
W=300 H**

**Средостенный режим  
W=500 H**

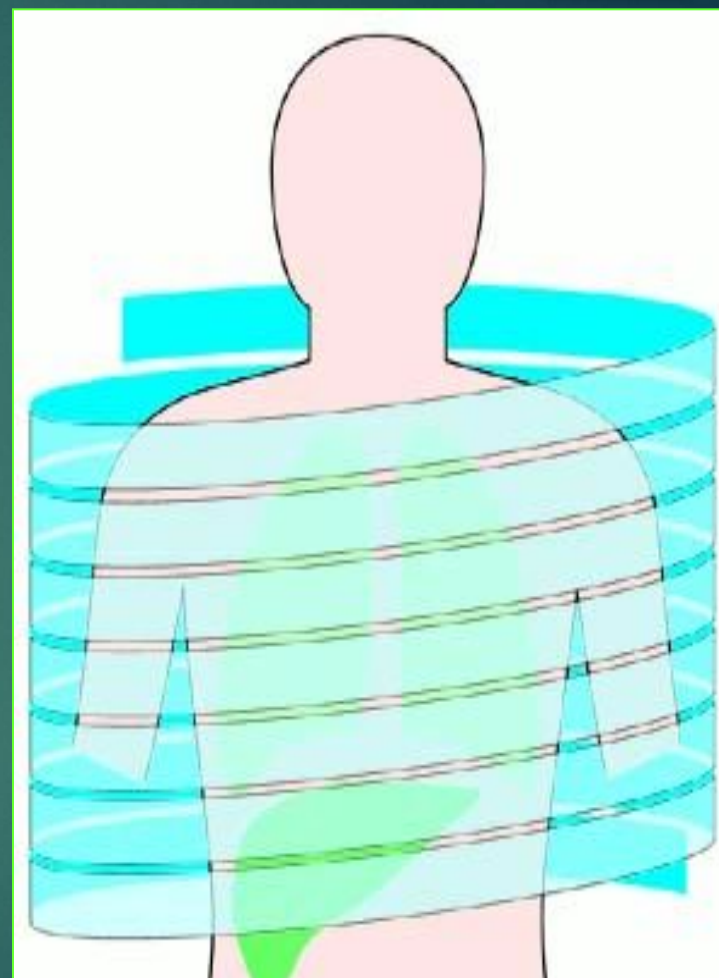
# Рентгеновская компьютерная томография

- ▶ Пошаговая (КТ)
- ▶ Спиральная (СКТ)
- ▶ Мультиспиральная (МСКТ)
- ▶ Электронно-оптическая КТ

## Пошаговая КТ

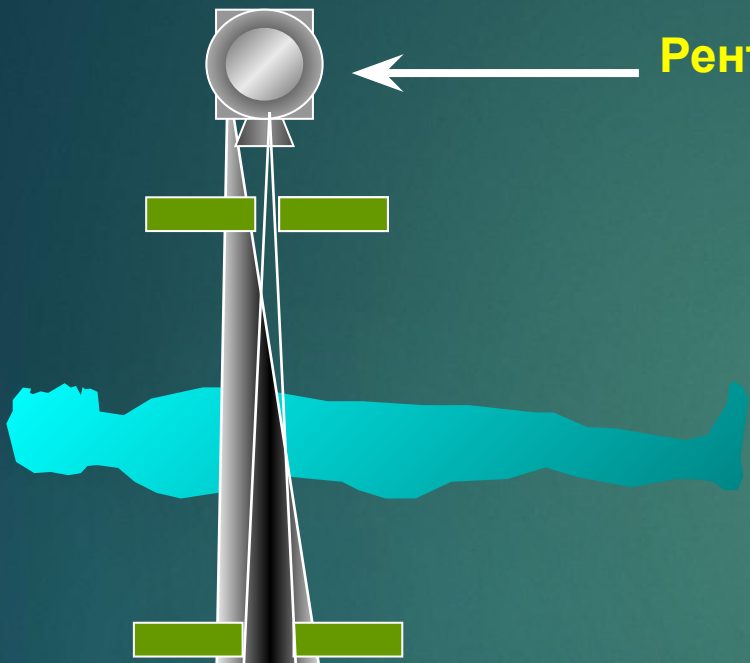


## Спиральная КТ



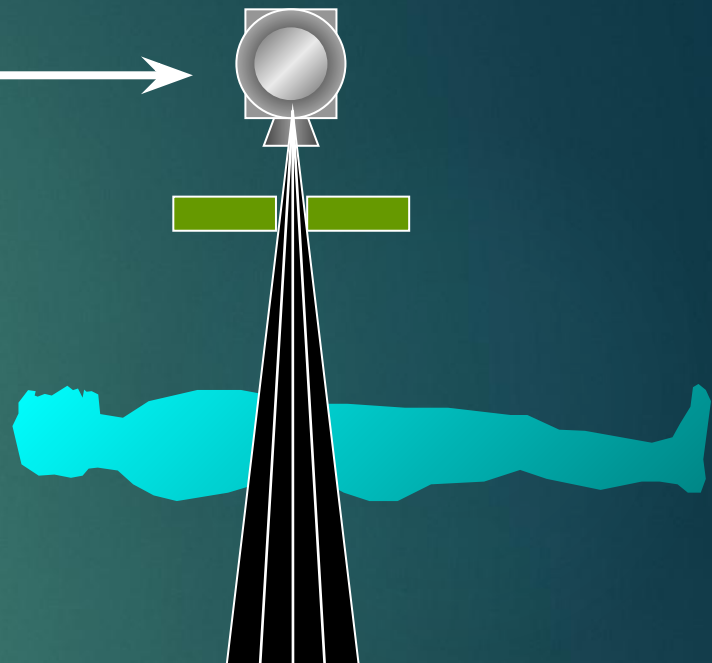


Рентгеновская  
трубка



1 Срез

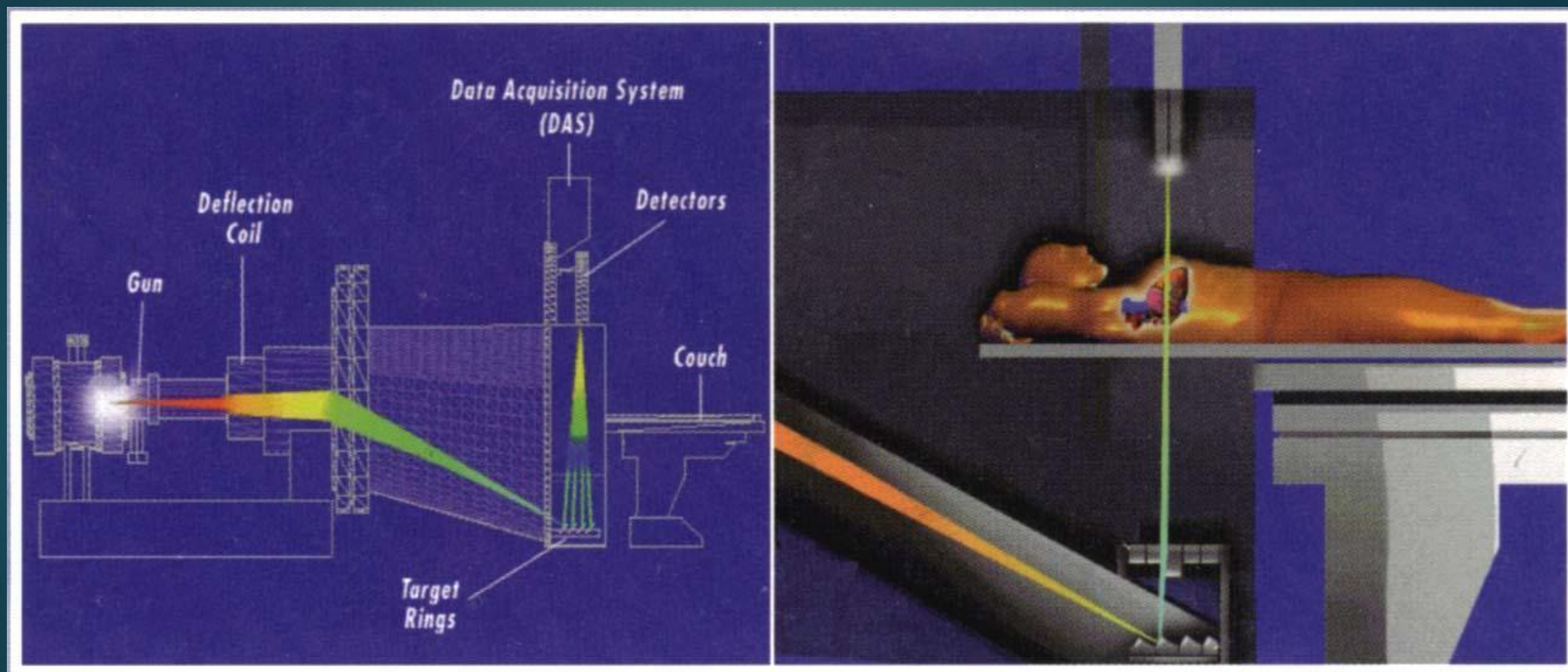
1.0 сек



4 Среза

0.25 сек

# Электронно-оптическая компьютерная томография



# Преимущества мультиспирального характера сканирования

- ▶ Высокая скорость сканирования
- ▶ Уменьшение времени исследования
- ▶ Уменьшение лучевой нагрузки на пациента
- ▶ Отсутствие «немых» зон при исследовании подвижных объектов (грудная клетка, живот)
- ▶ Проведение мультиспиральных компьютерно-томографических ангиографий
- ▶ Возможность исследования протяженных объектов с использованием небольшой толщины среза и высоким качеством получаемого изображения
- ▶ Возможность обследования пациентов, находящихся в тяжелом состоянии
- ▶ Построение объемных реформаций изображения



# Преимущества мультиспиральной компьютерно- томографической ангиографии

- ▶ Малоинвазивное исследование (внутривенное введение контрастного вещества с помощью специального инжектора со скоростью 3-10мл/с)
- ▶ Одновременная визуализация стенки, просвета сосуда, окружающих сосуды тканей и органов
- ▶ Возможность одновременного получения изображения артерий, вен и паренхиматозного кровотока
- ▶ Возможность контрастирования сосудов на большом протяжении

# Мультипланарная реконструкция из аксиальных томограмм

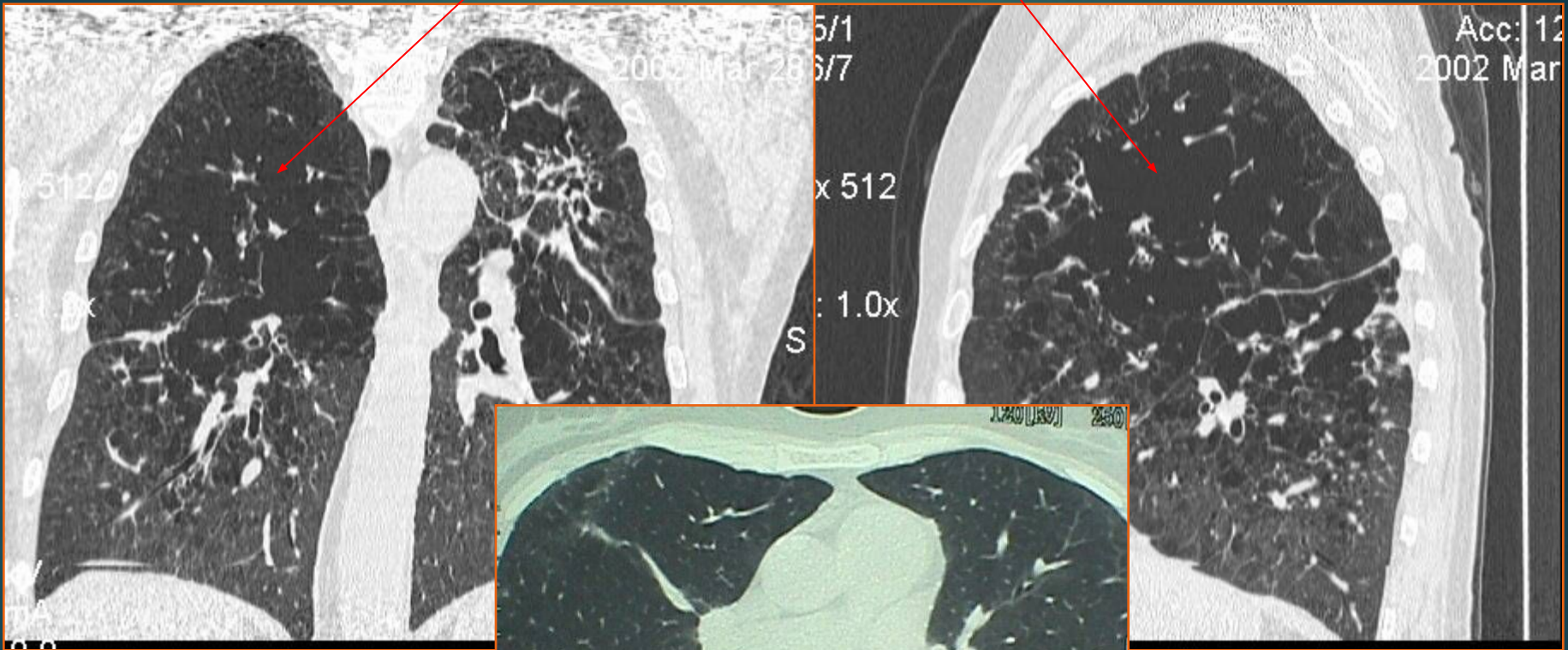
Головной мозг



# МСКТ

одинаковое пространственное разрешение в 3 плоскостях

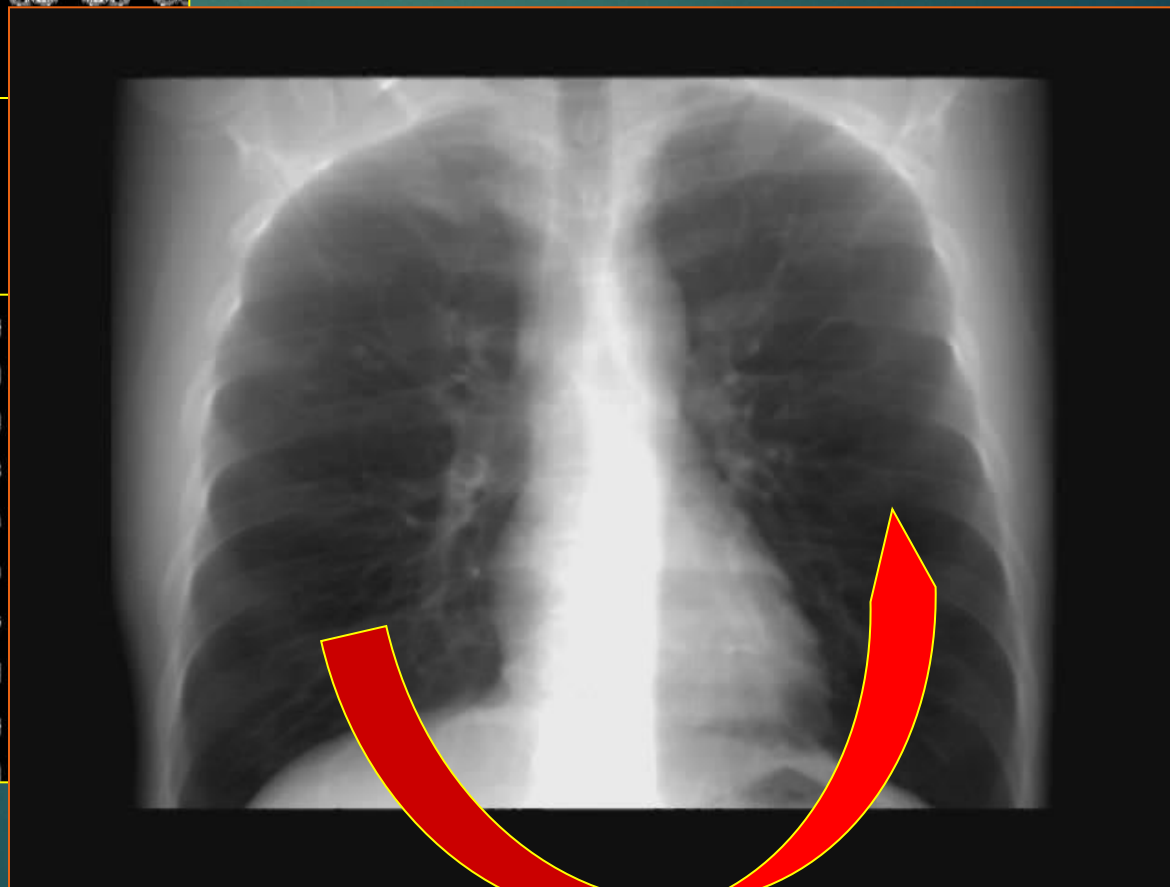
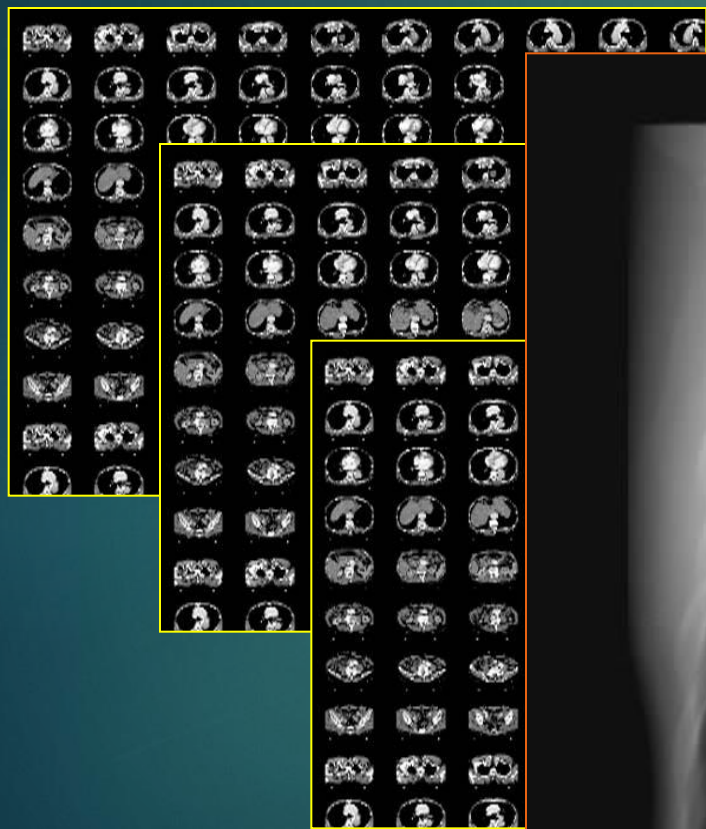
Деструкция легочной ткани



# Мультиспиральная КТ

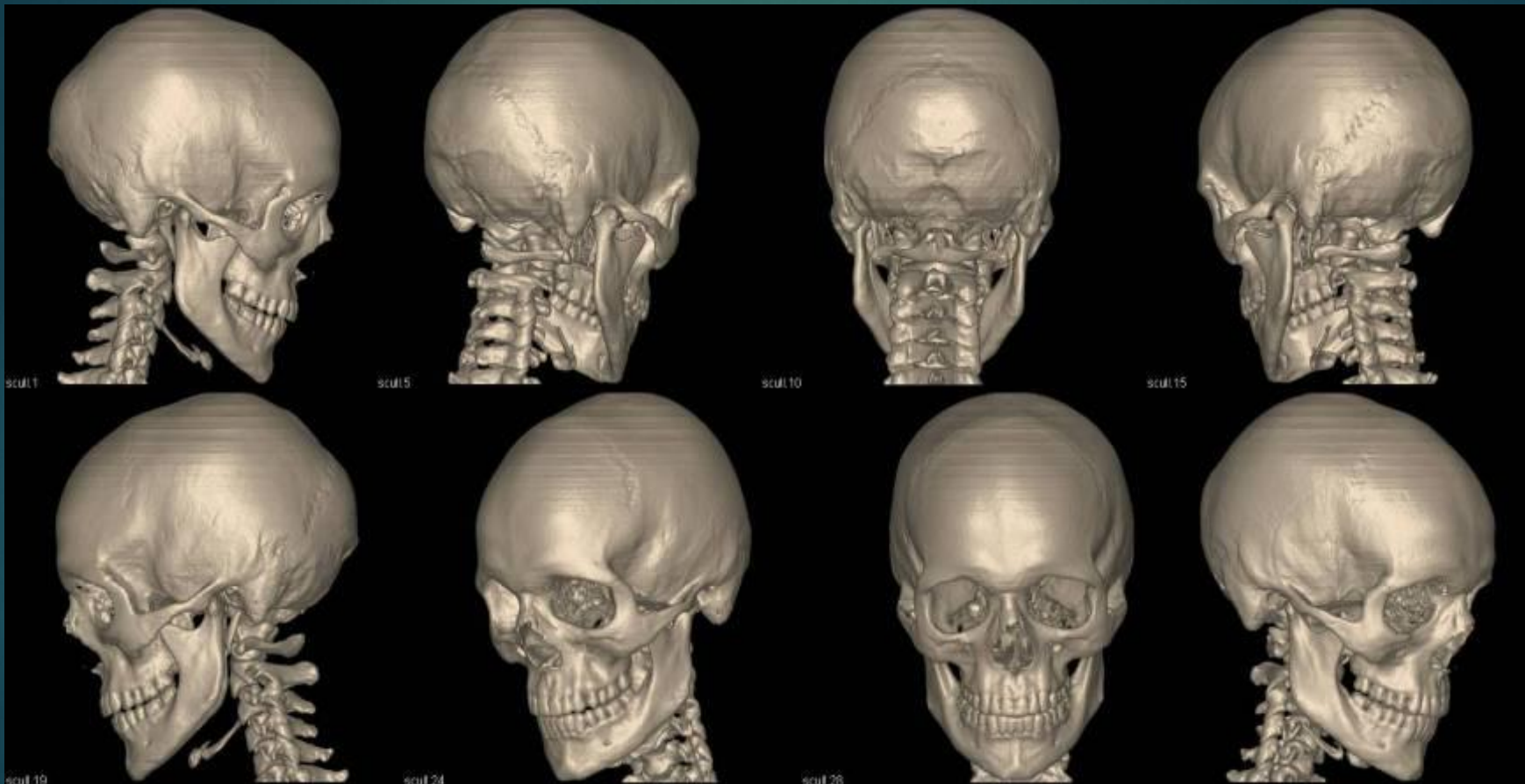
с построением трехмерных изображений

600 срезов по 1 мм



# 3D реконструкция

Кости черепа





# Рентгеноконтрастные препараты

## 1. Ионные

Верографин

Урографин

## 2. Неионные (мономеры)

Ультравист

Омнипак

## 3. Неионные (димеры)

Визипак

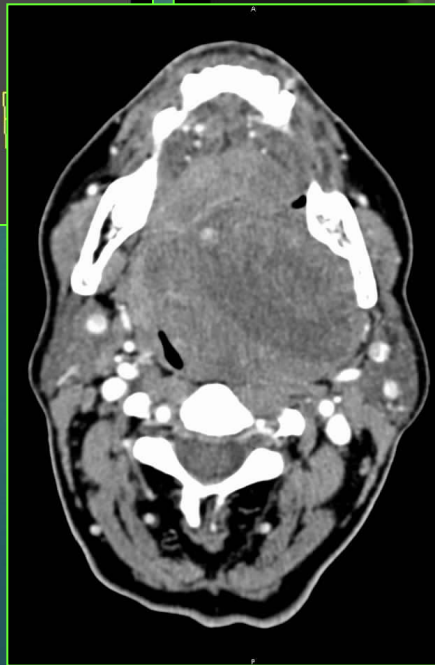
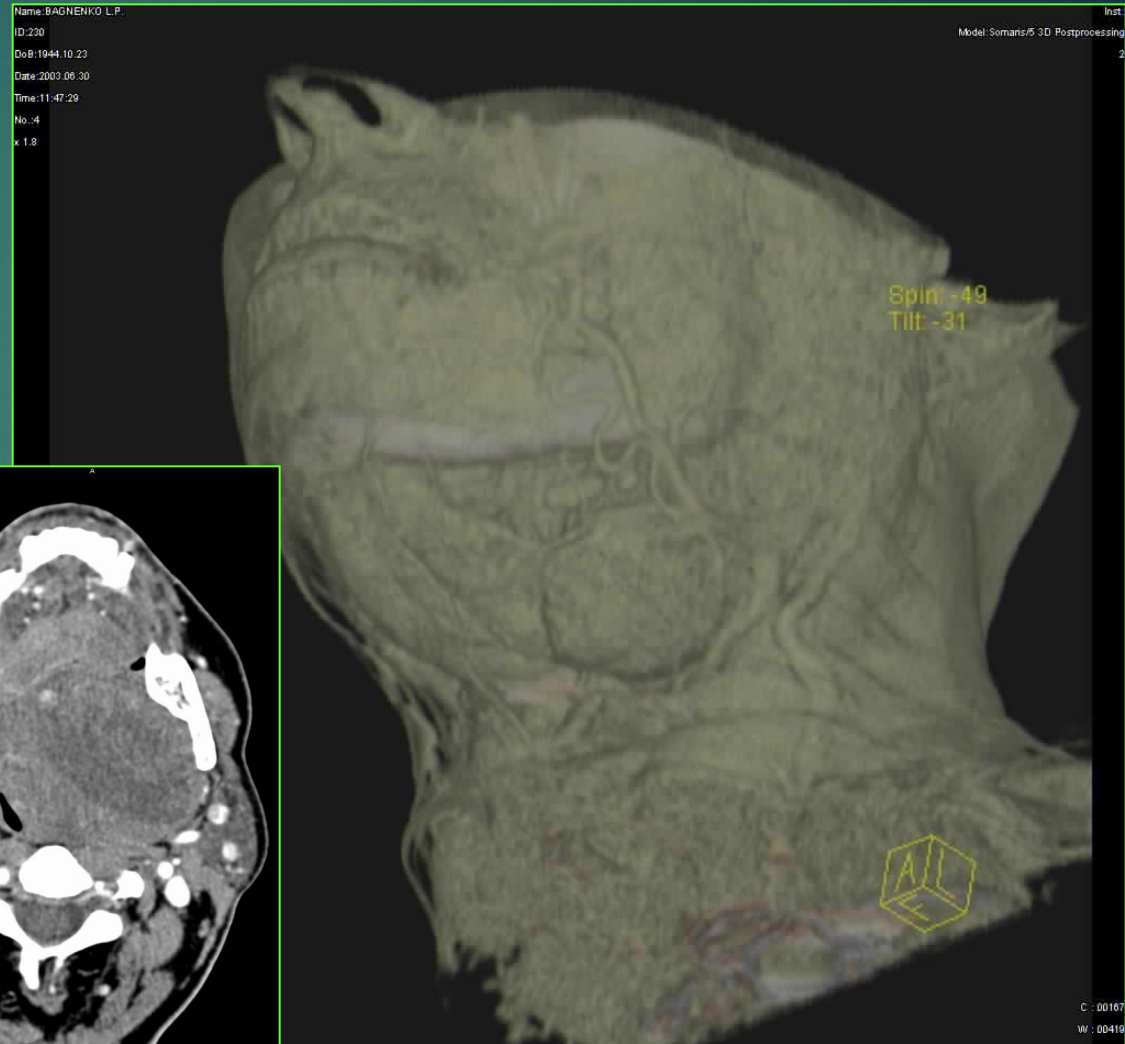
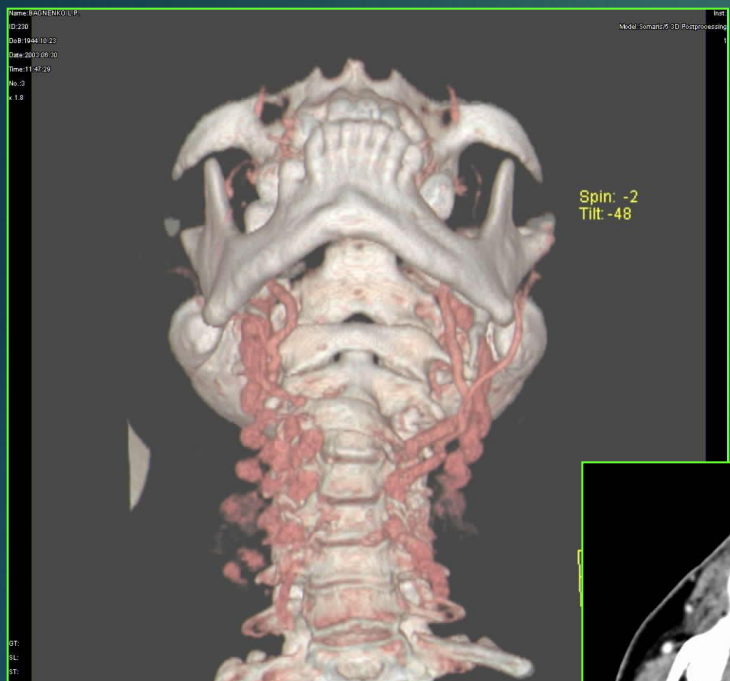
Изовист

# Факторы риска при применении йодсодержащих КТТ:

1. Непереносимость йодсодержащих препаратов.
2. Предшествующие реакции на КТТ или лекарственные препараты содержащие йод.
3. Поражение паренхимы почек.
4. *Бронхиальная астма*
5. *Обезвоживание.*
6. *Тяжелые формы сахарного диабета, тиреотоксикоза.*
7. *Шоковые состояния, коллапс.*



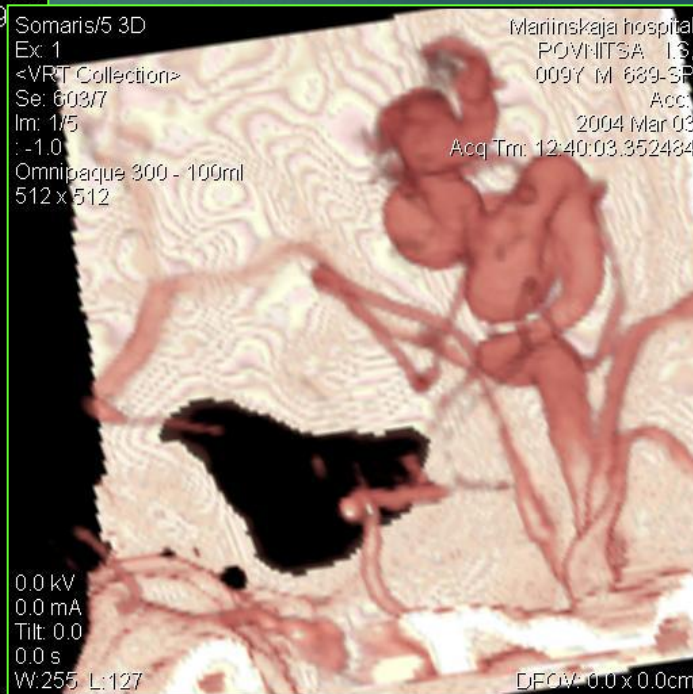
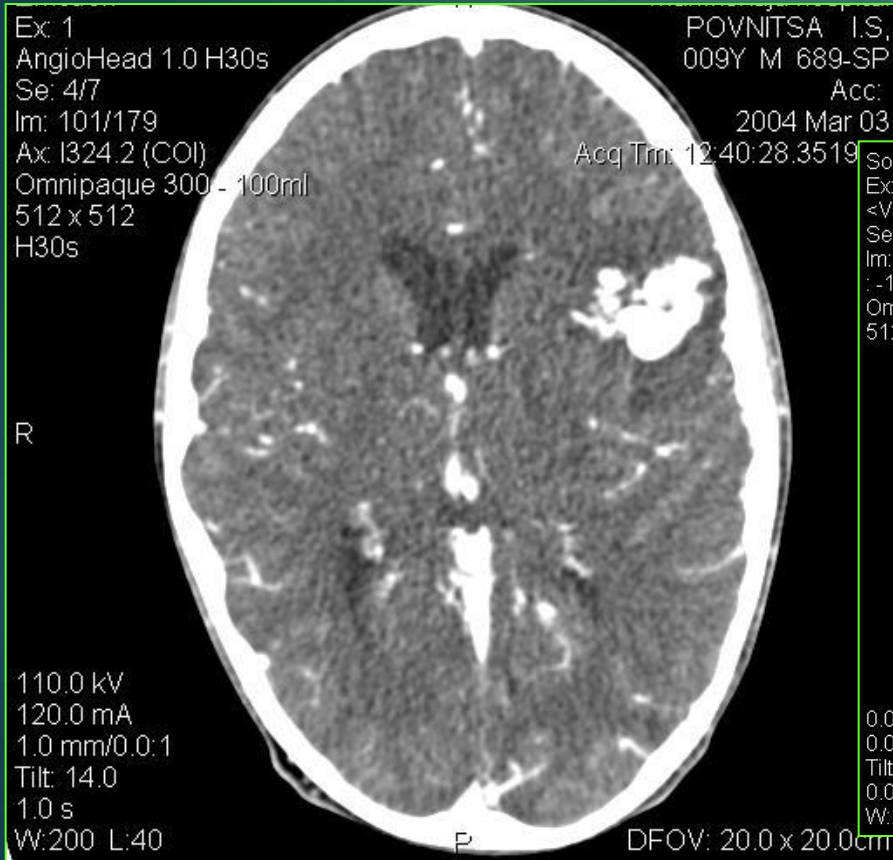
# Опухоль ротоглотки, исходящая из левой поднижнечелюстной слюнной железы



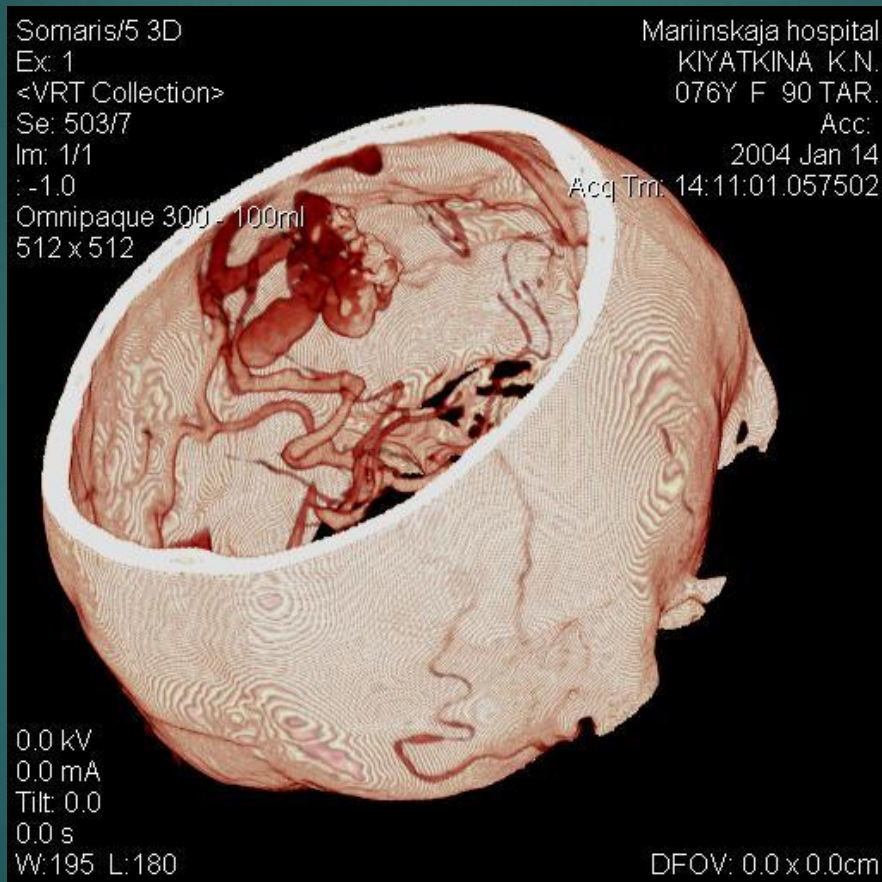
# Гигантская мешотчатая артериальная аневризма М1-М2 сегментов СМА слева



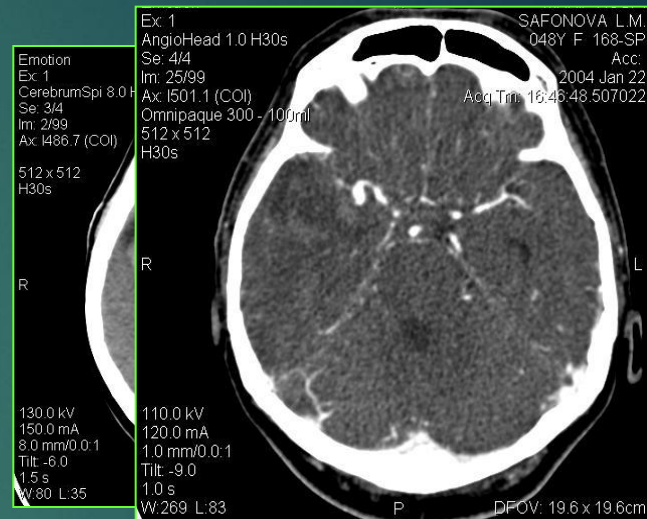
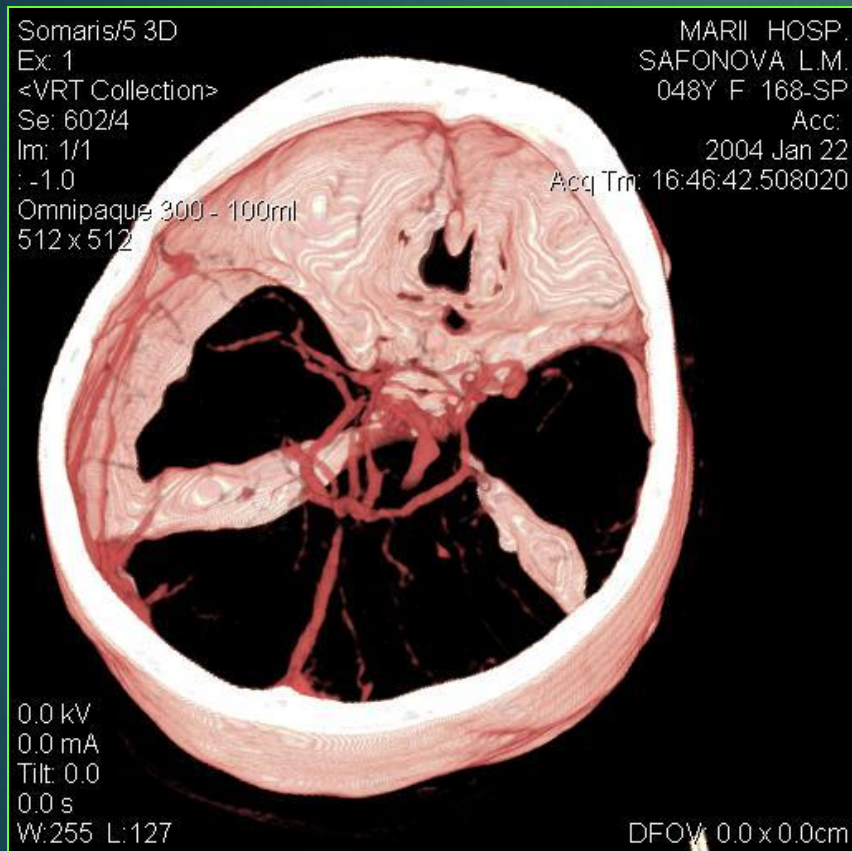
# Артериовенозная мальформация



# Артериовенозная мальформация



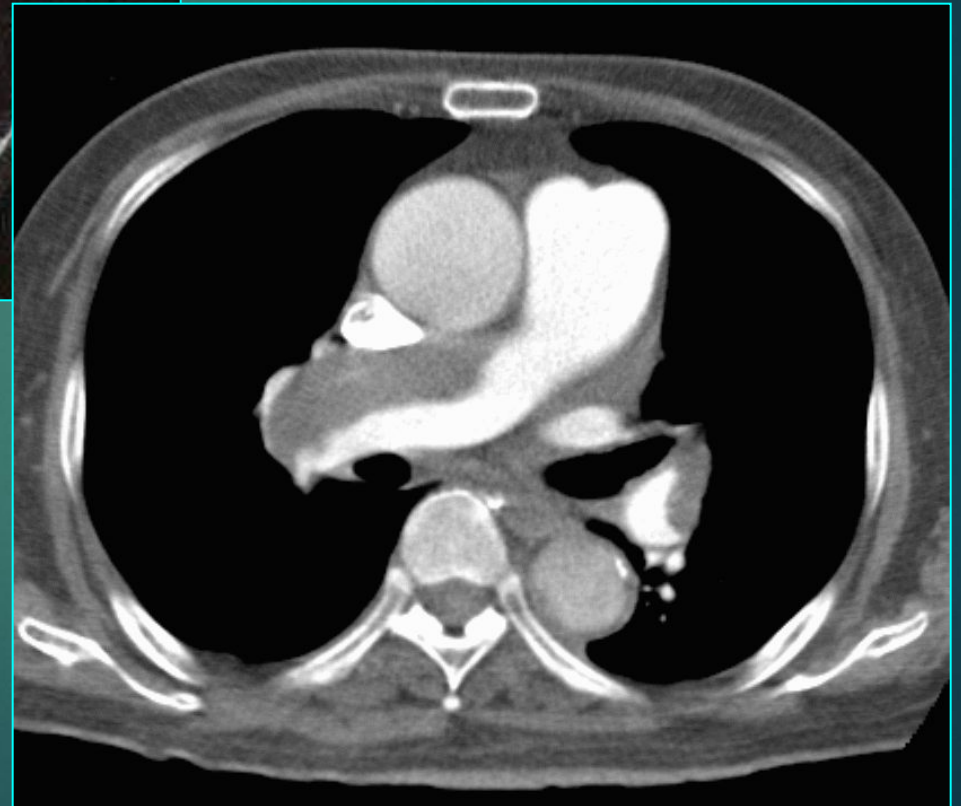
# Небольшая мешотчатая артериальная аневризма М1-М2 сегментов СМА справа, осложнившаяся внутримозговым кровоизлиянием



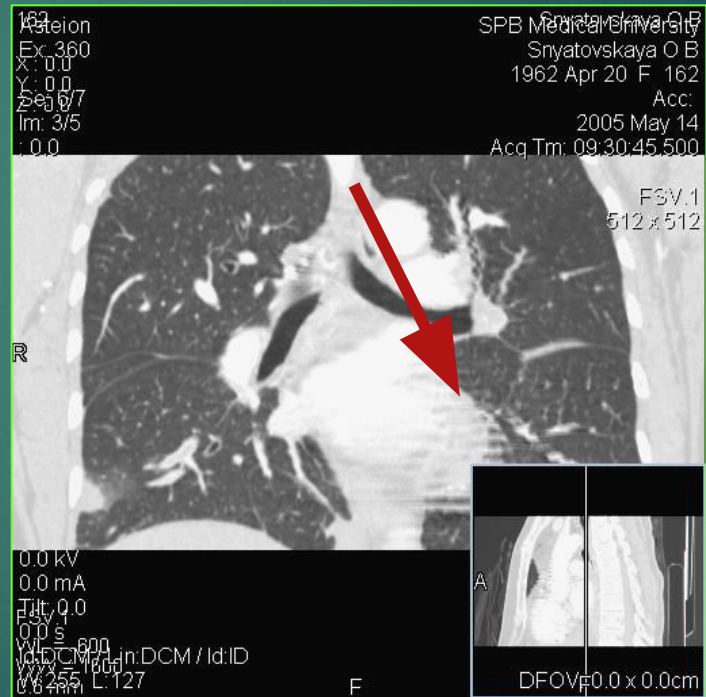
# Основные показания для проведения МСКТ-ангиографии

- ▶ Аномалии и варианты развития сосудов
- ▶ Аневризмы, стенозы
- ▶ Оценка взаимоотношения опухоли с сосудами
- ▶ Определение источника и характера кровоснабжения новообразования
- ▶ Выявление ТЭЛА, тромбоза сосудов

**Тромбоэмболия  
легочной артерии**

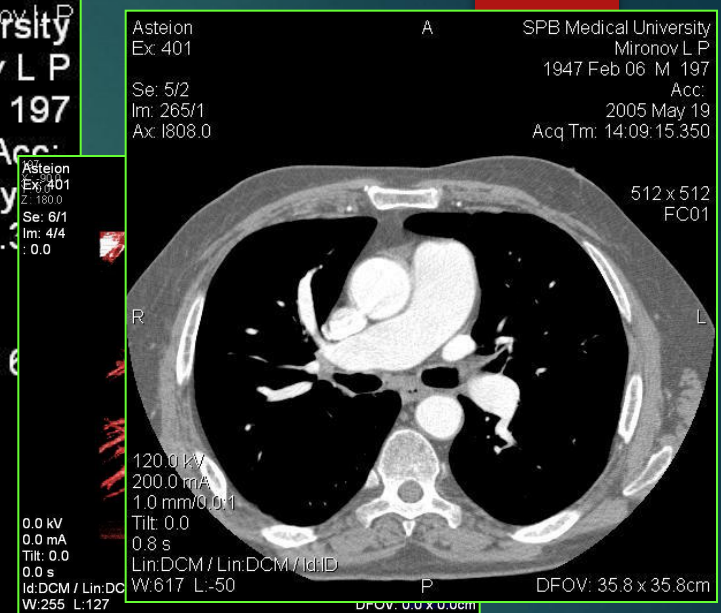
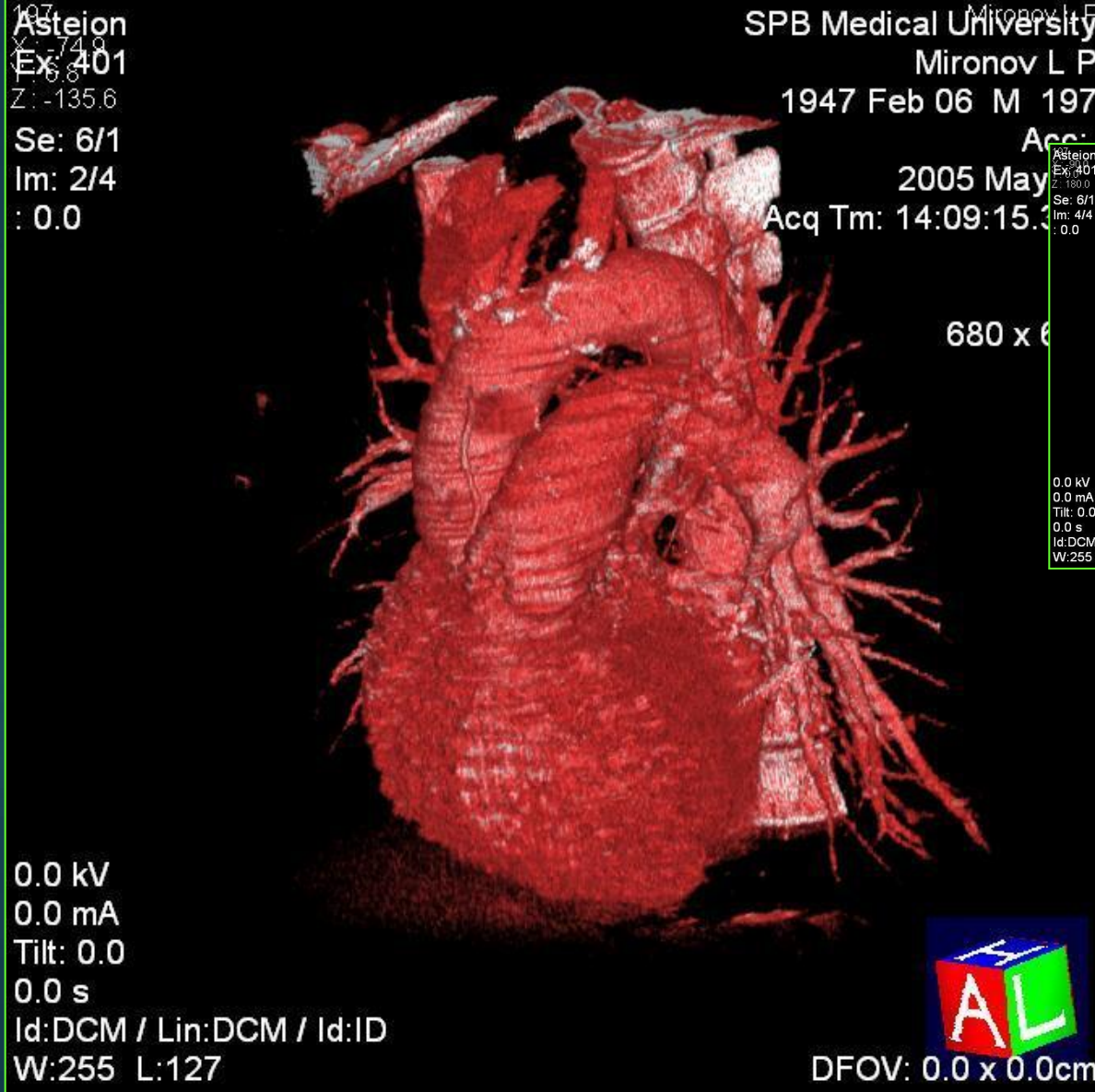


# Тромбоэмболия легочной артерии

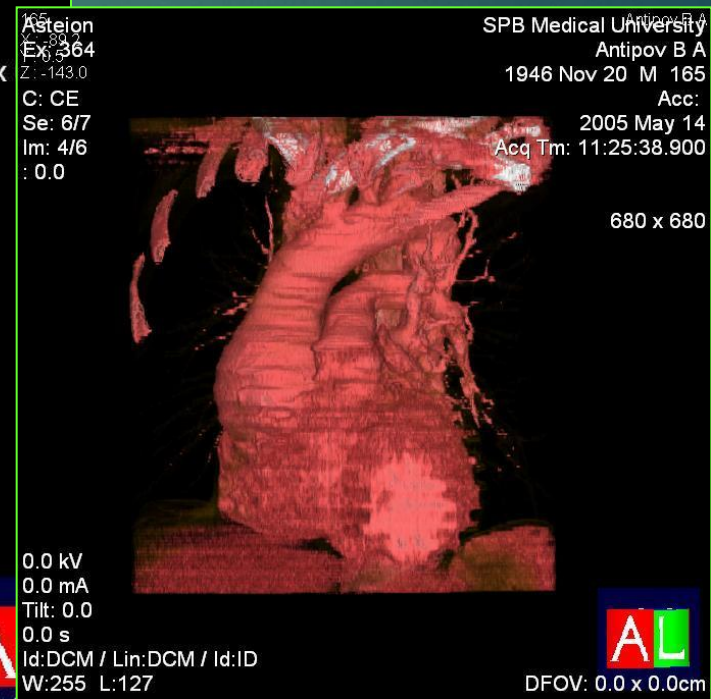




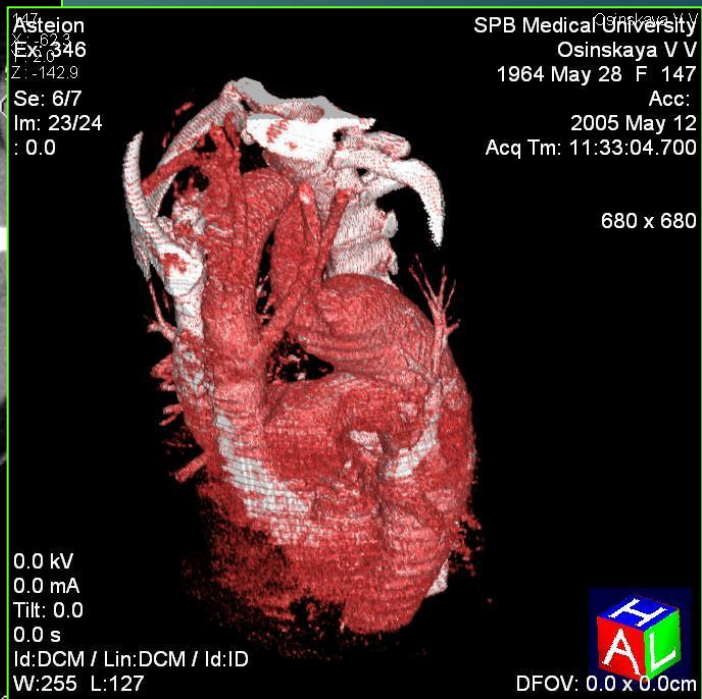
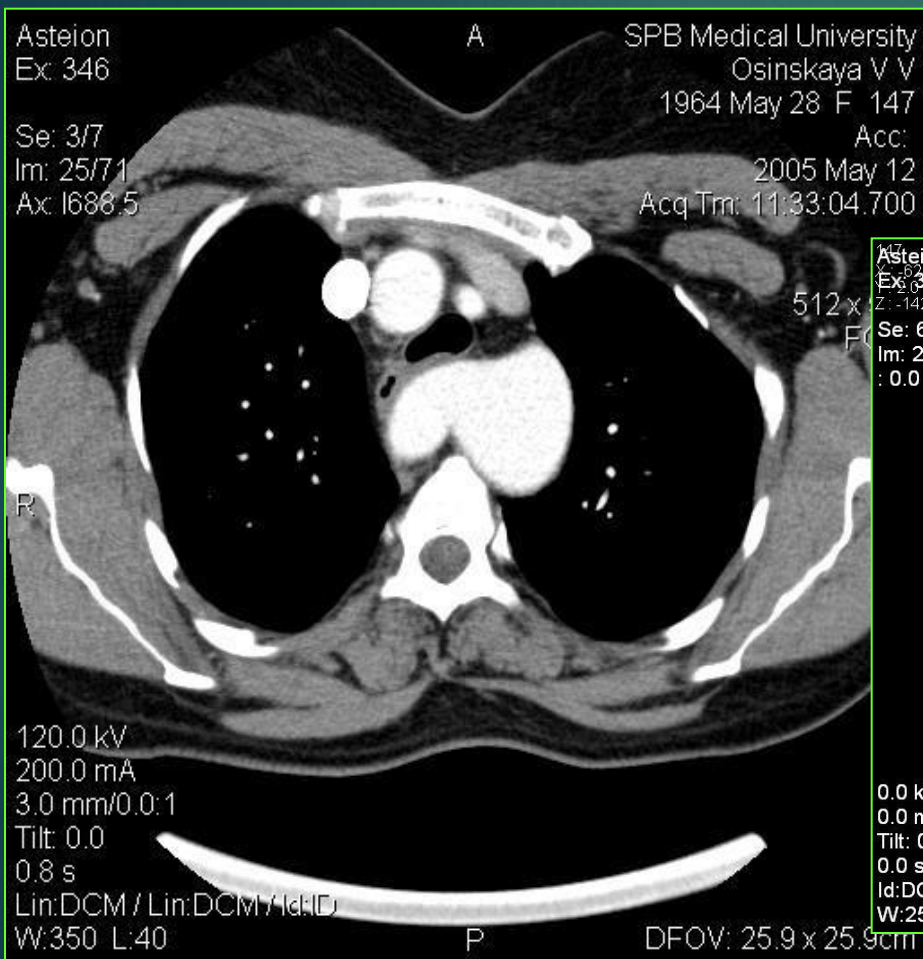
# Легочная гипертензия



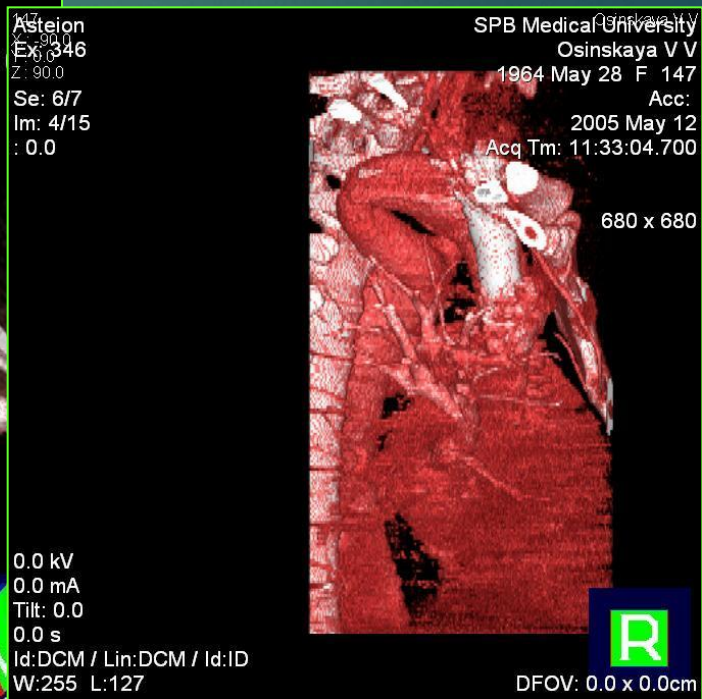
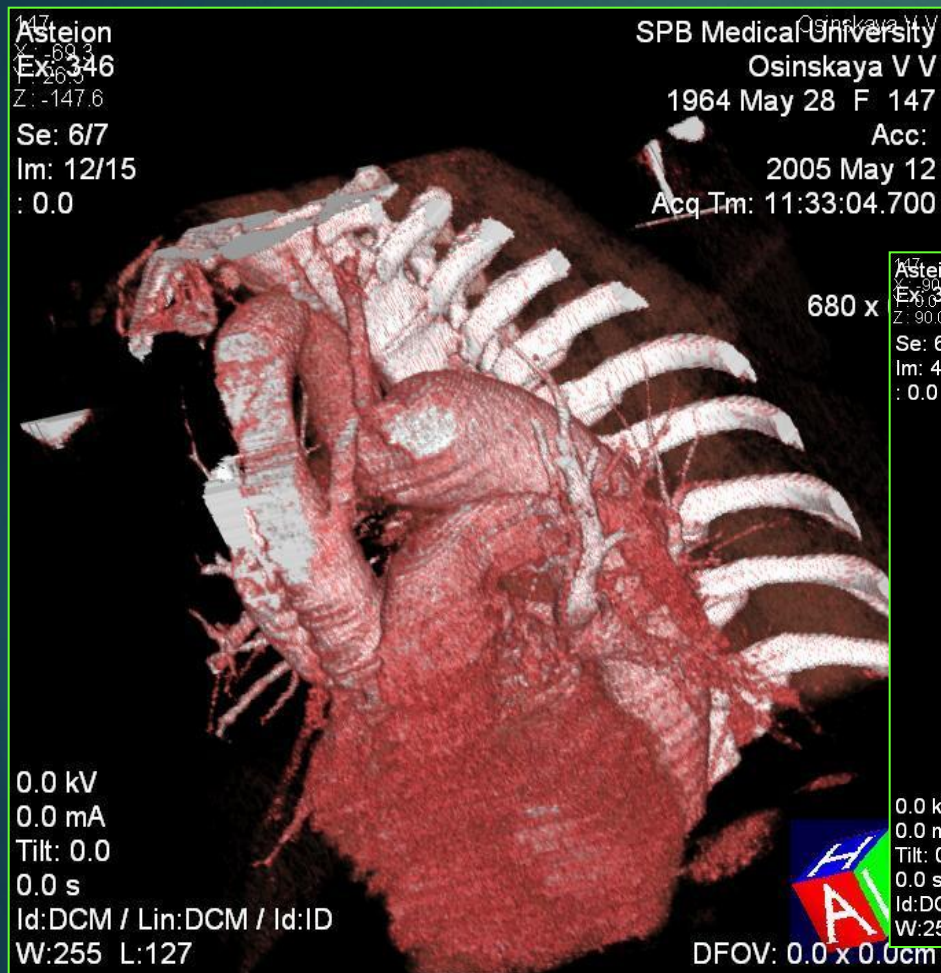
# Аневризма восходящего отдела грудной аорты



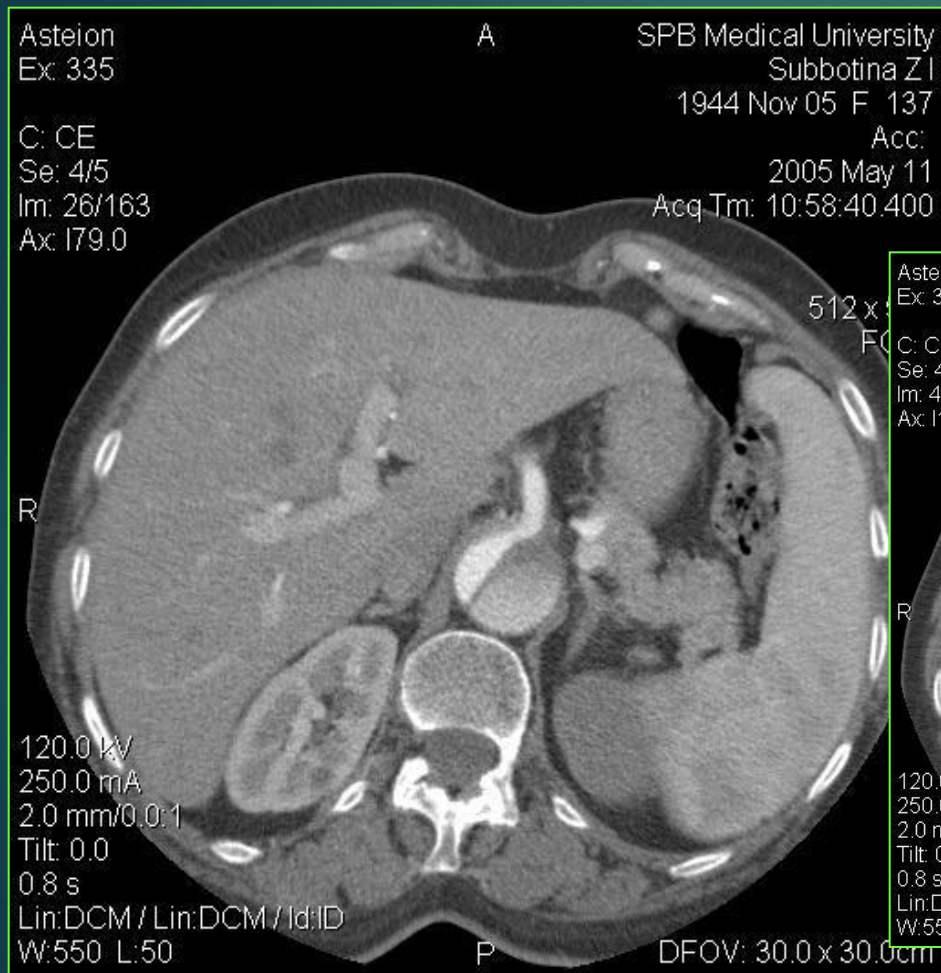
# Аномалия развития дуги аорты



# Аномалия развития дуги аорты



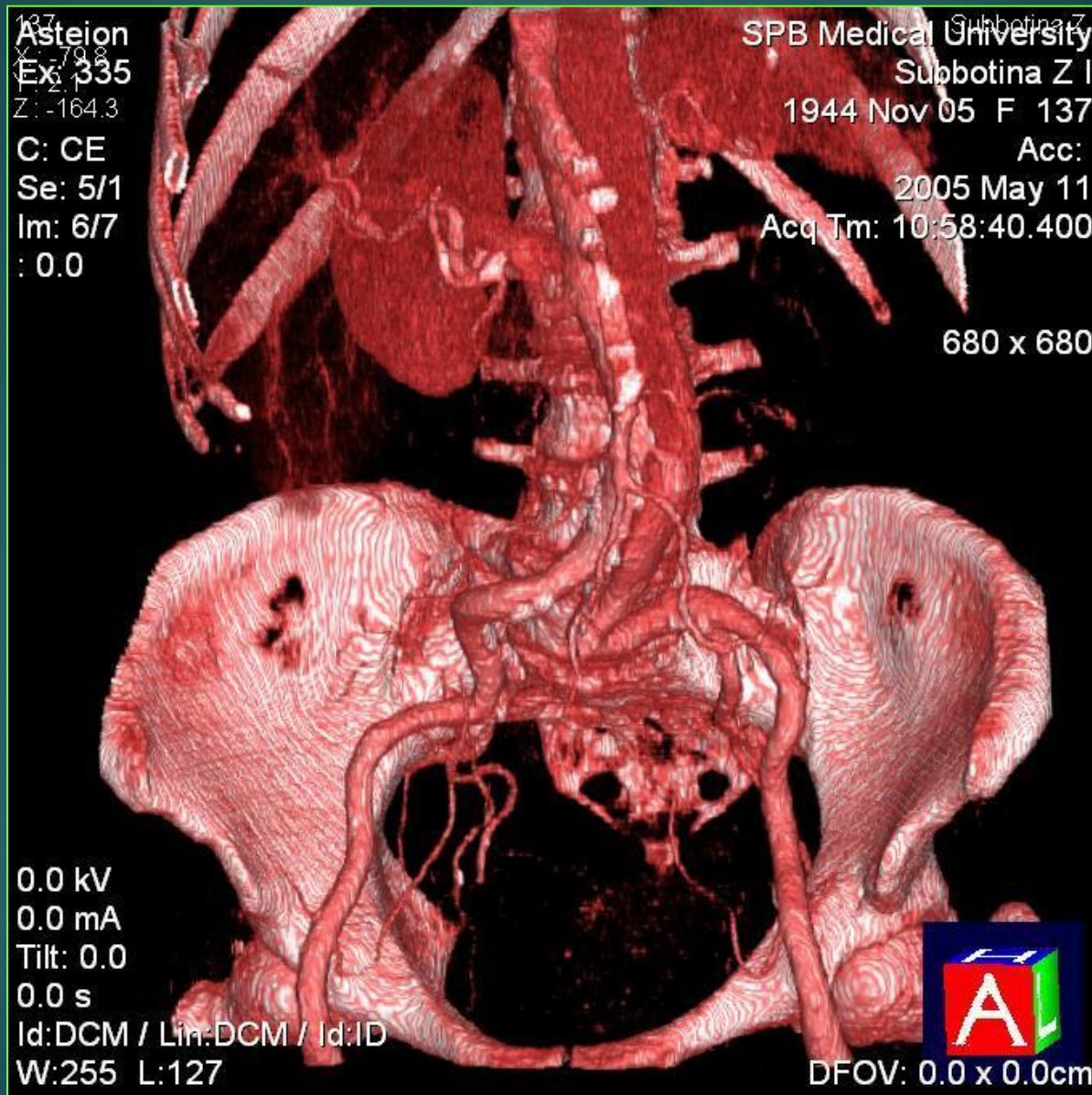
# Расслоение абдоминального отдела аорты



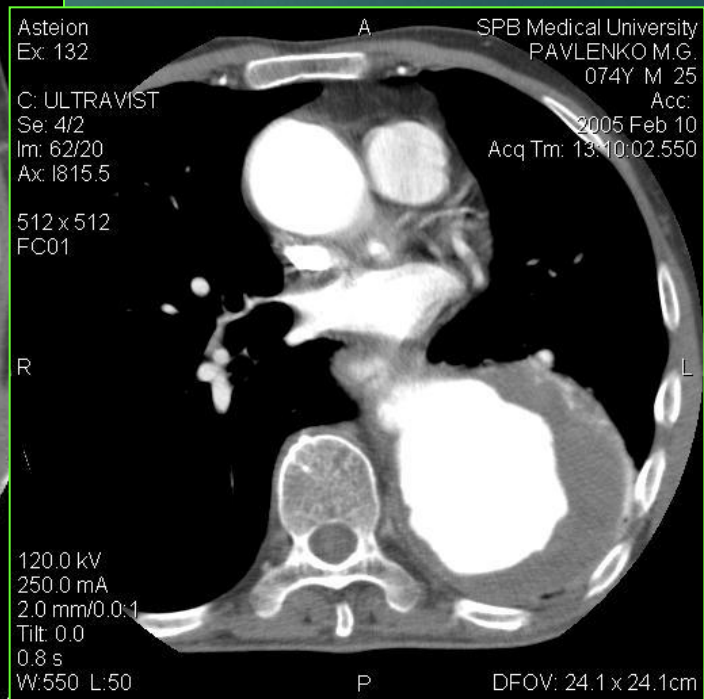
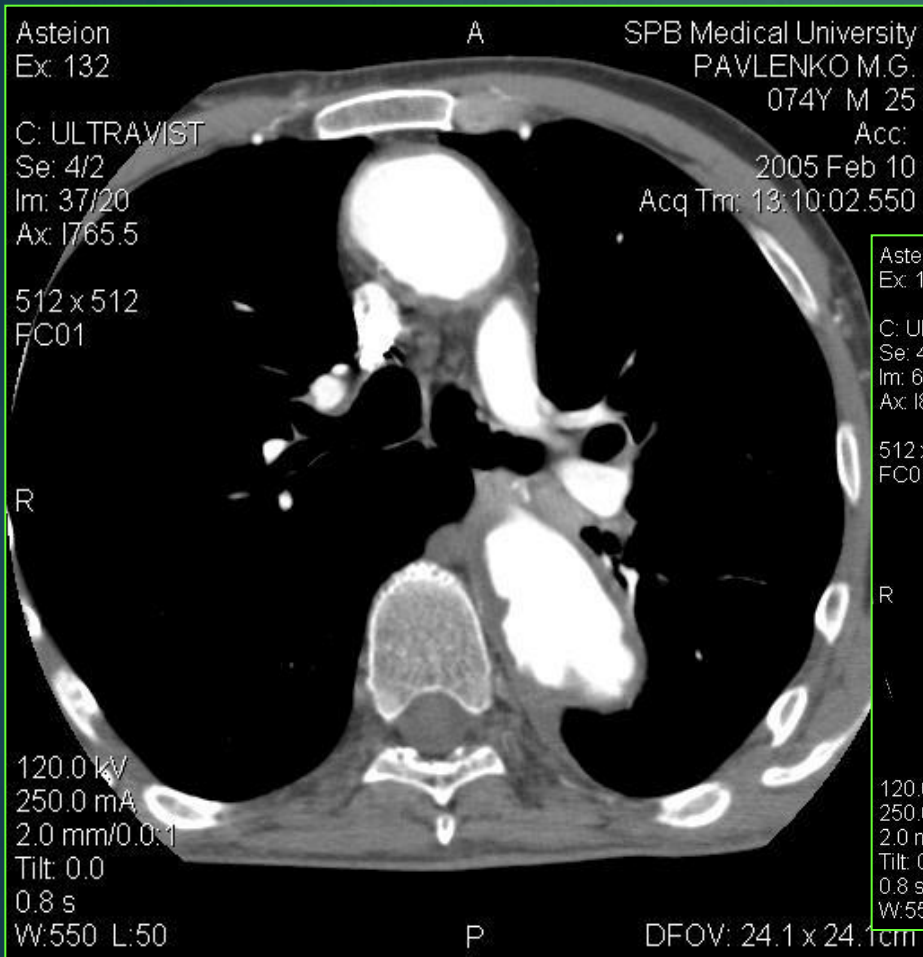
# Расслоение абдоминального отдела аорты



# Расслоение абдоминального отдела аорты

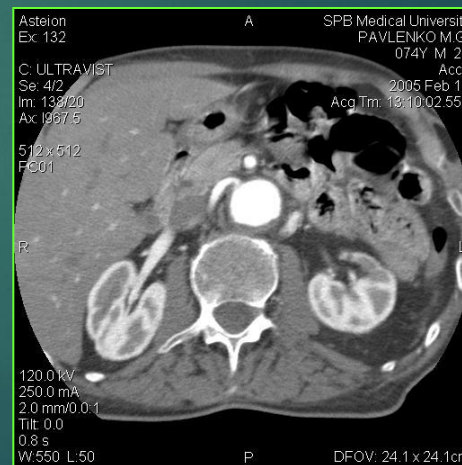
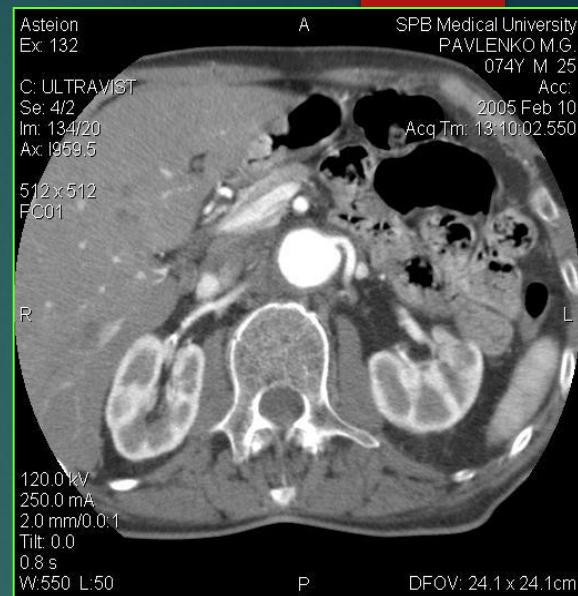
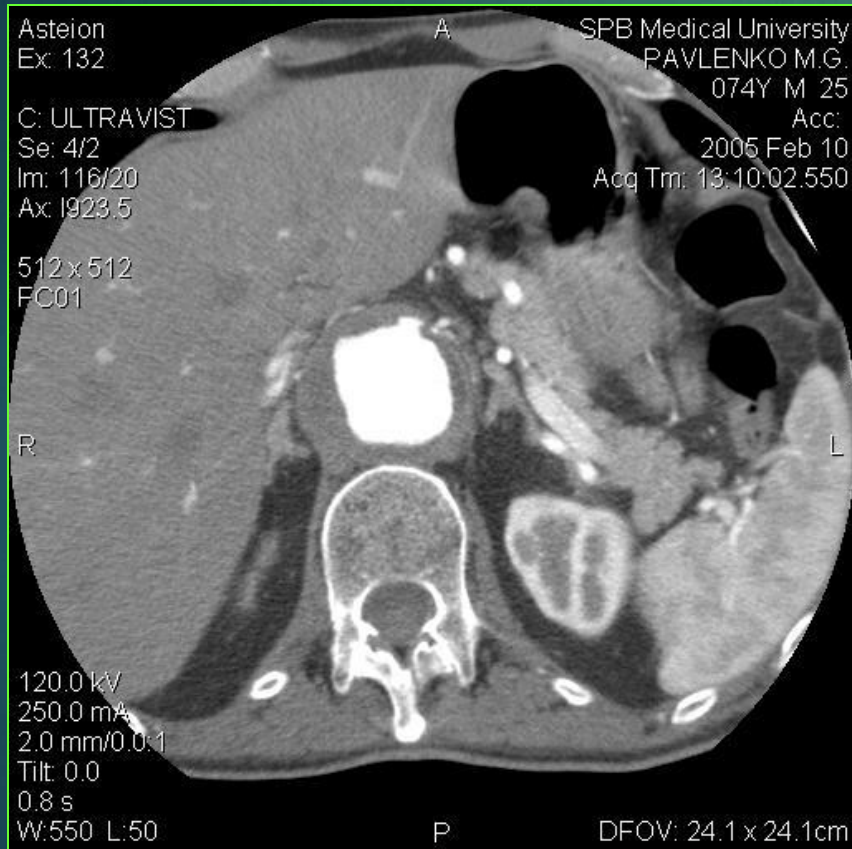


# Аневризма грудного и брюшного отделов аорты

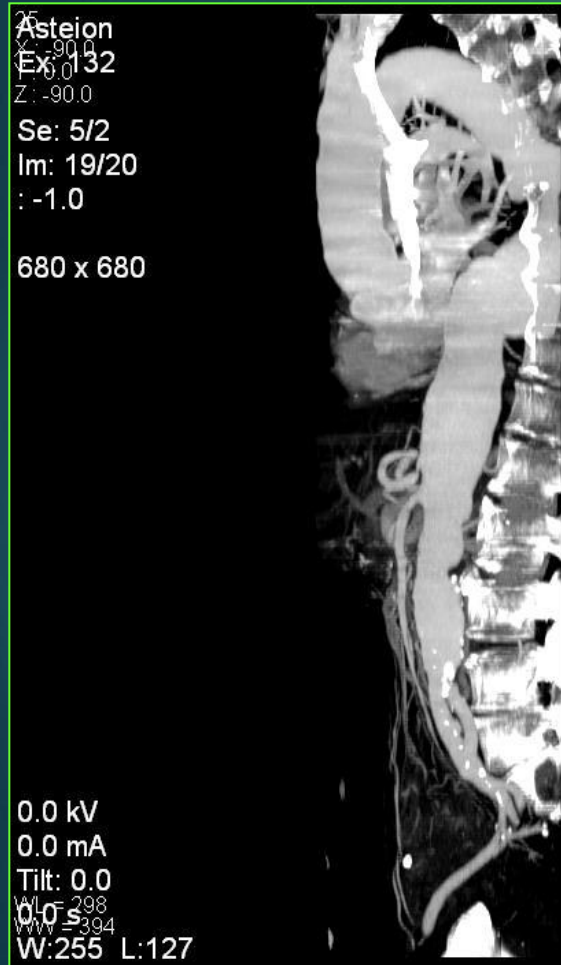




# Аневризма грудного и брюшного отделов аорты

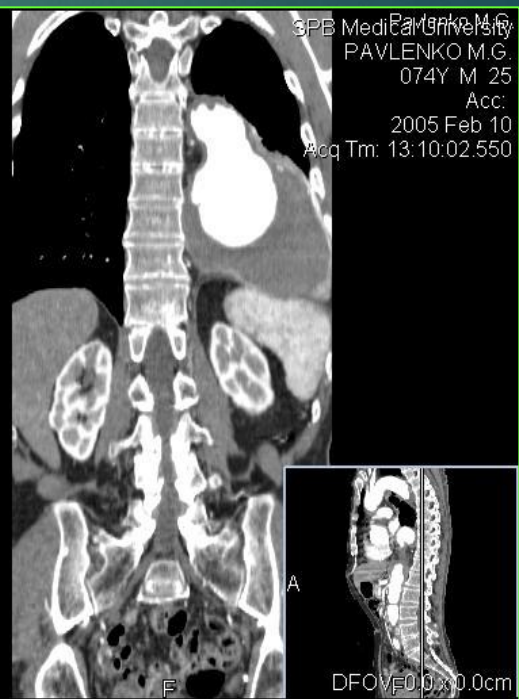


# Аневризма грудного и брюшного отделов аорты

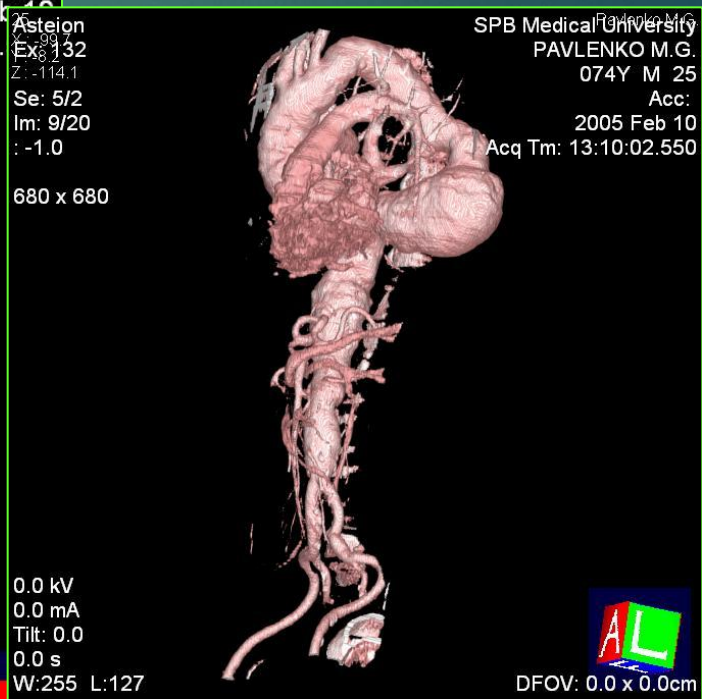
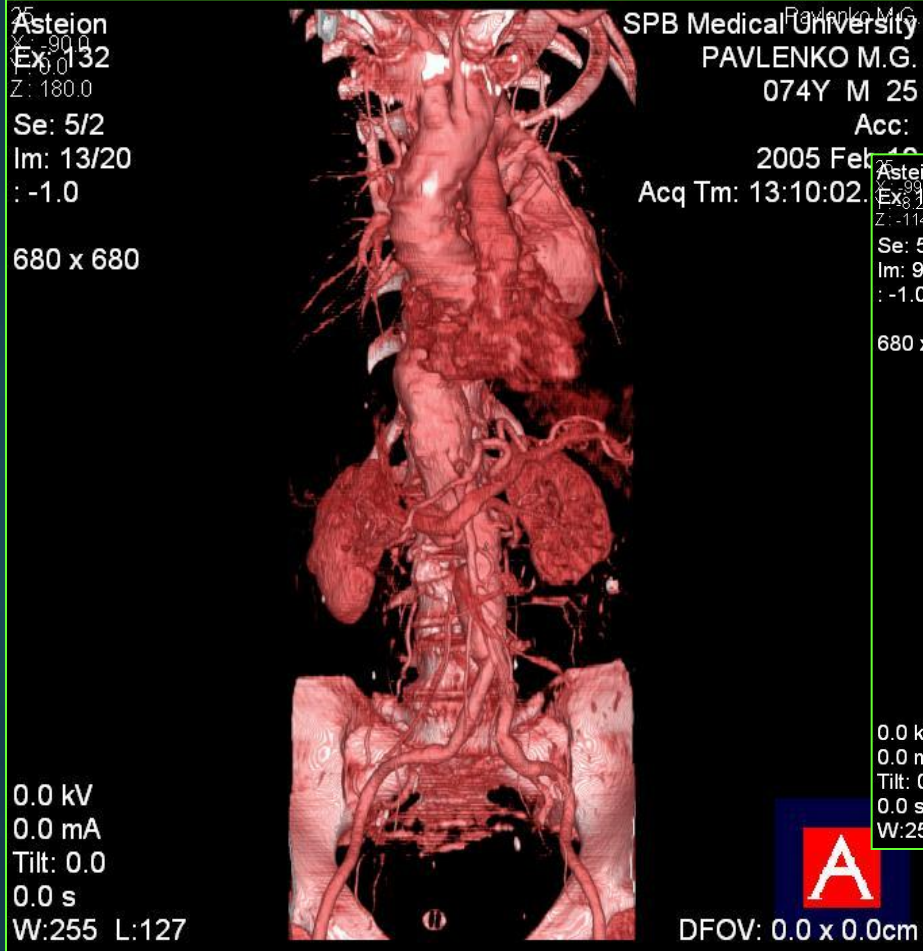


SPB Medical University  
PAVLENKO M.G.  
074Y M 25  
Acc:  
2005 Feb 10  
Acq Tm: 13:10:02.550

Asteion  
Ex: 132  
Y: 0.0  
X: 0.0  
Z: 0.0  
Se: 5/2  
Im: 17/20  
: -1.0  
FSV.1  
512 x 512



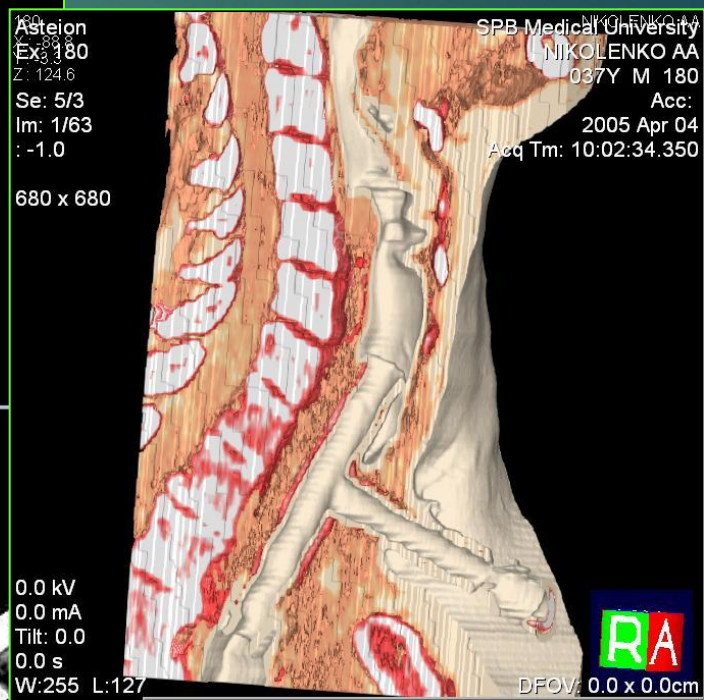
# Аневризма грудного и брюшного отделов аорты



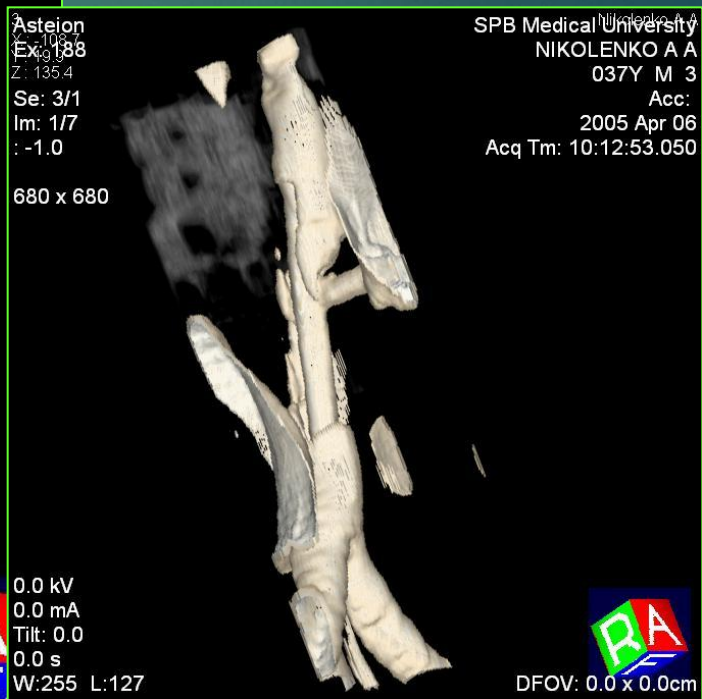
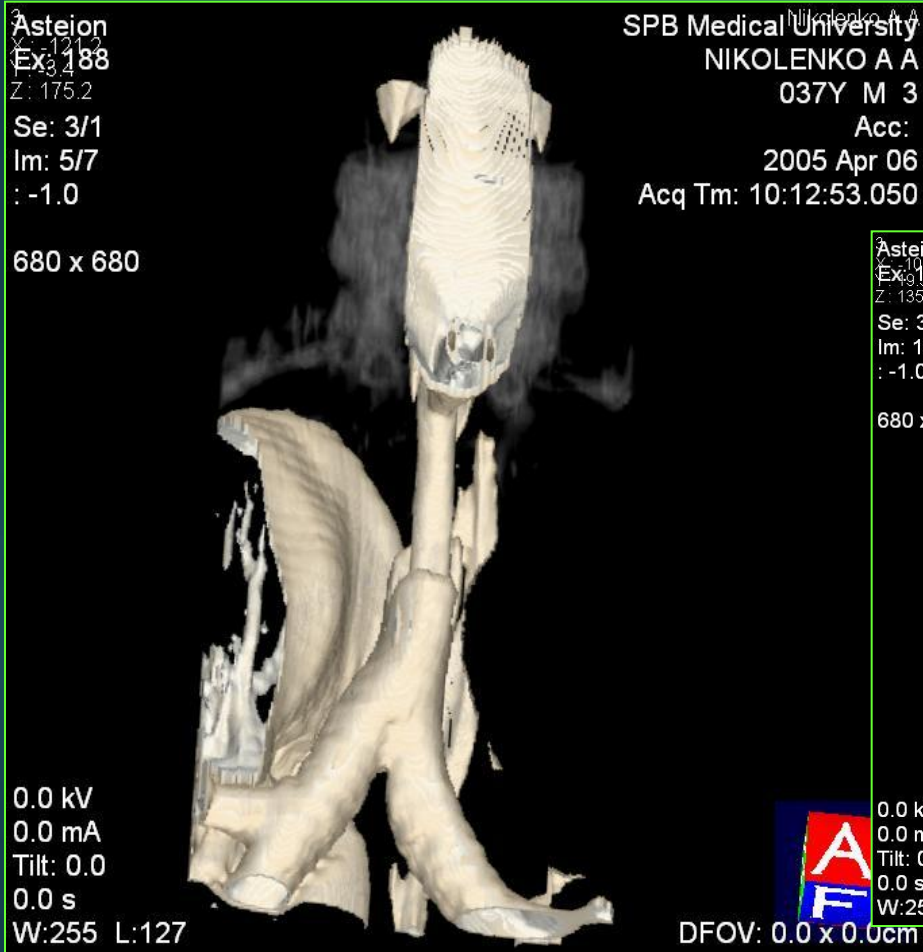
sp: 7  
tilt: 63



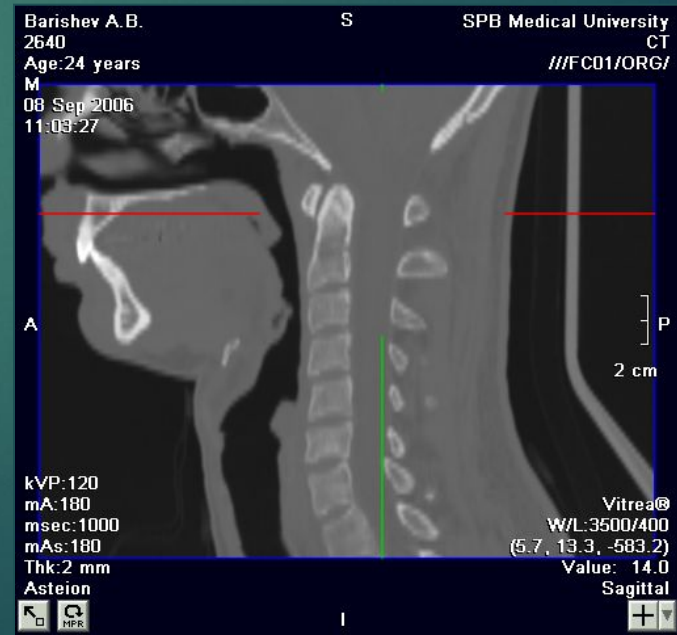
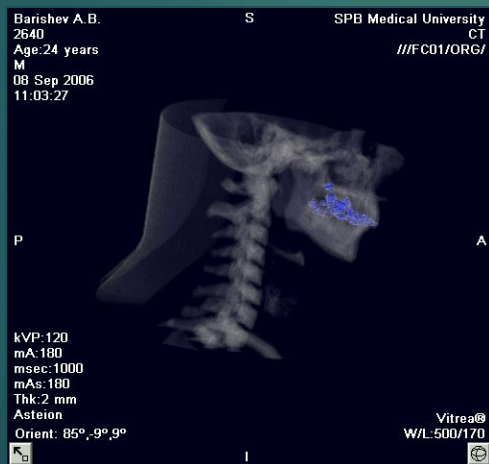
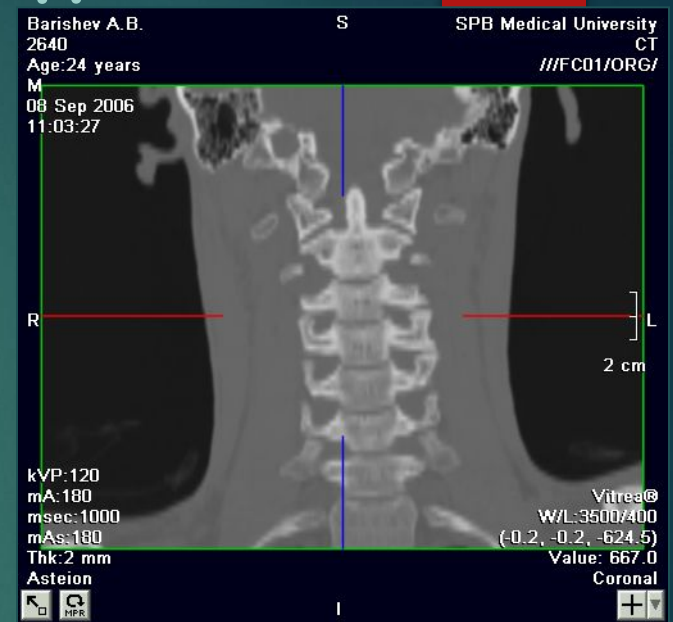
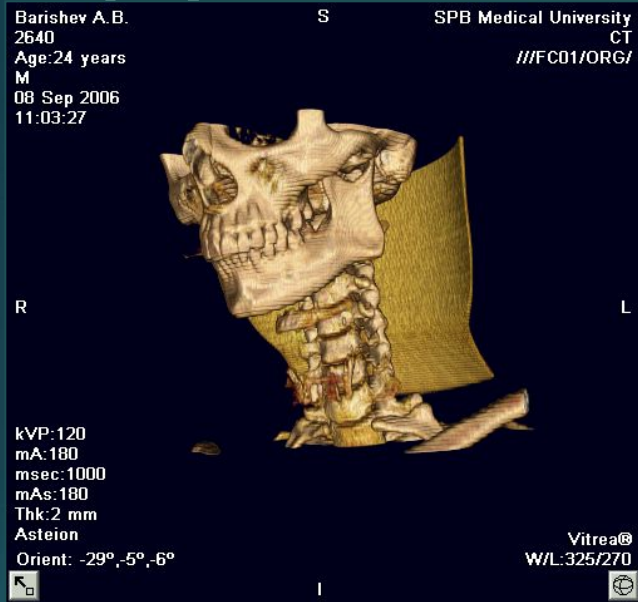
# Разрыв трахеи с постановкой Т-образного стента

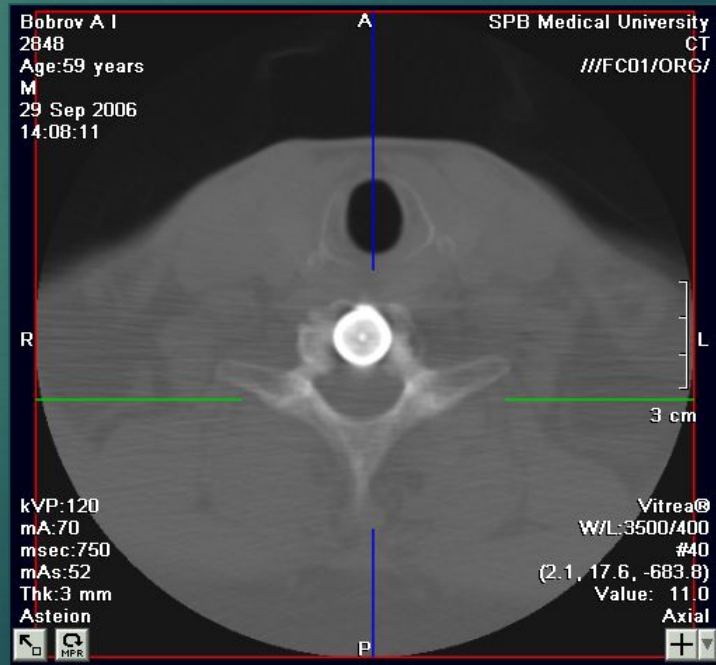
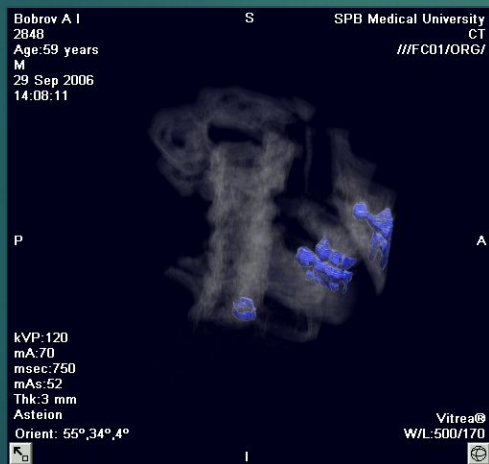
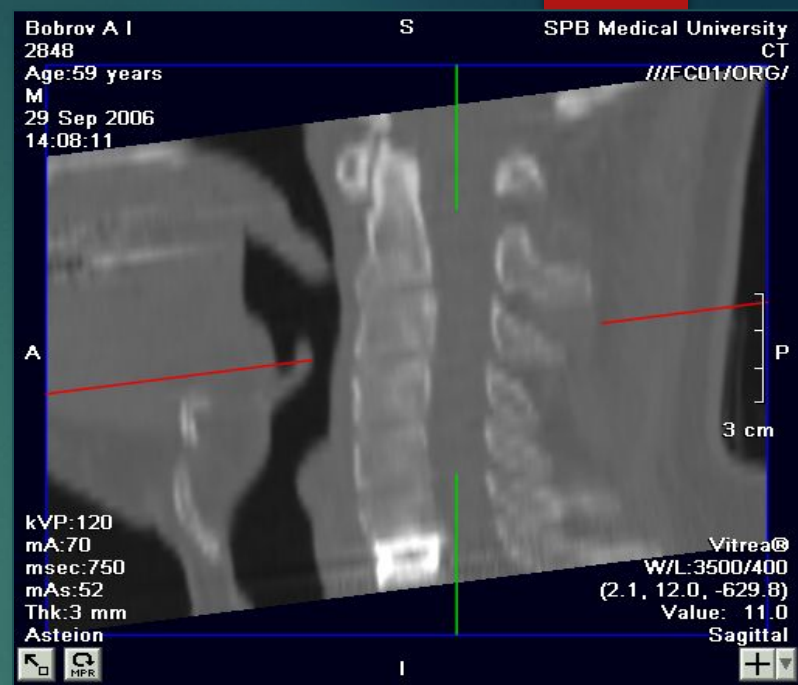
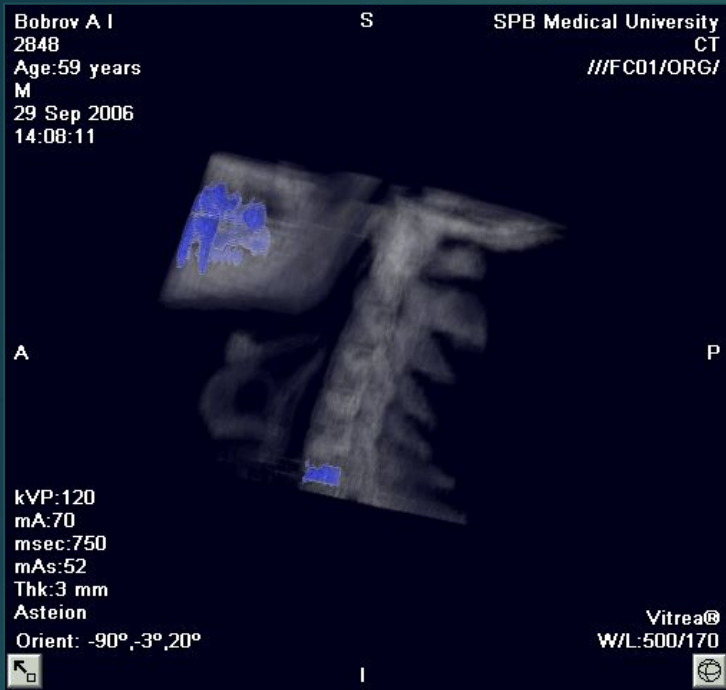


# Разрыв трахеи с постановкой Т-образного стента



# Виртуальные методы в исследовании



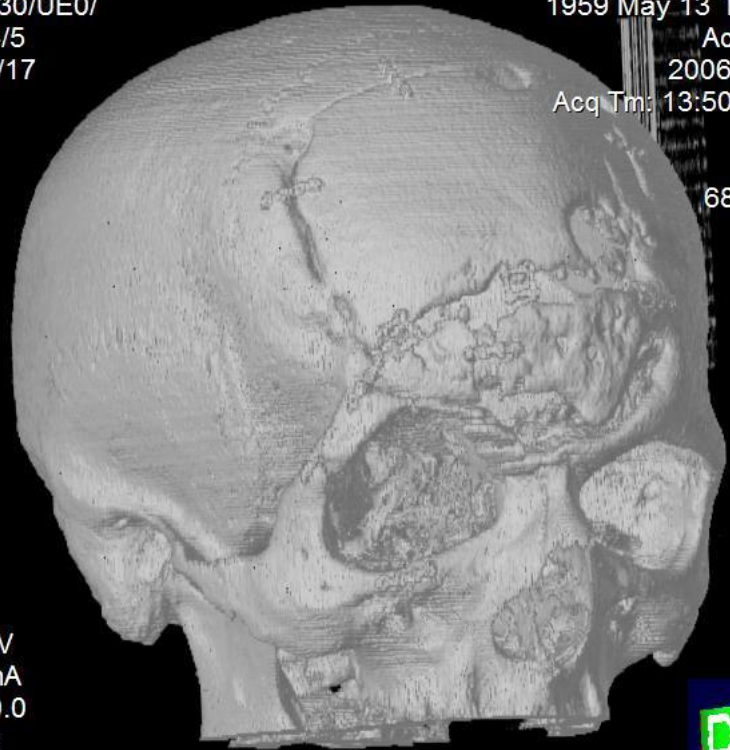




Asfeion  
Ex: 2466  
7//FC30/UE0/  
Se: 4/5  
Im: 2/17  
: 0.0

SPB Medical University  
Demchuk A.A.  
1959 May 13 M 2698  
Acc: 2466  
2006 Sep 15  
Acq Tm: 13:50:52.550

680 x 680



0.0 kV  
0.0 mA  
Tilt: 0.0  
0.0 s  
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID  
W:255 L:127

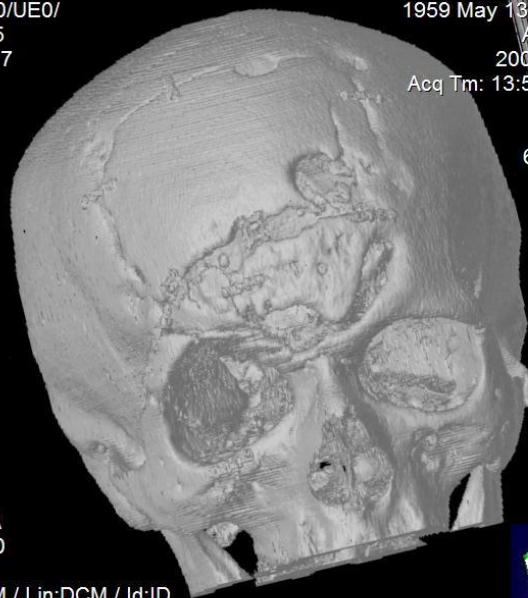
DFOV: 0.0 x 0.0



Asfeion  
Ex: 2466  
7//FC30/UE0/  
Se: 4/5  
Im: 4/17  
: 0.0

SPB Medical University  
Demchuk A.A.  
1959 May 13 M 2698  
Acc: 2466  
2006 Sep 15  
Acq Tm: 13:50:52.550

680 x 680



0.0 kV  
0.0 mA  
Tilt: 0.0  
0.0 s  
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID  
W:255 L:127

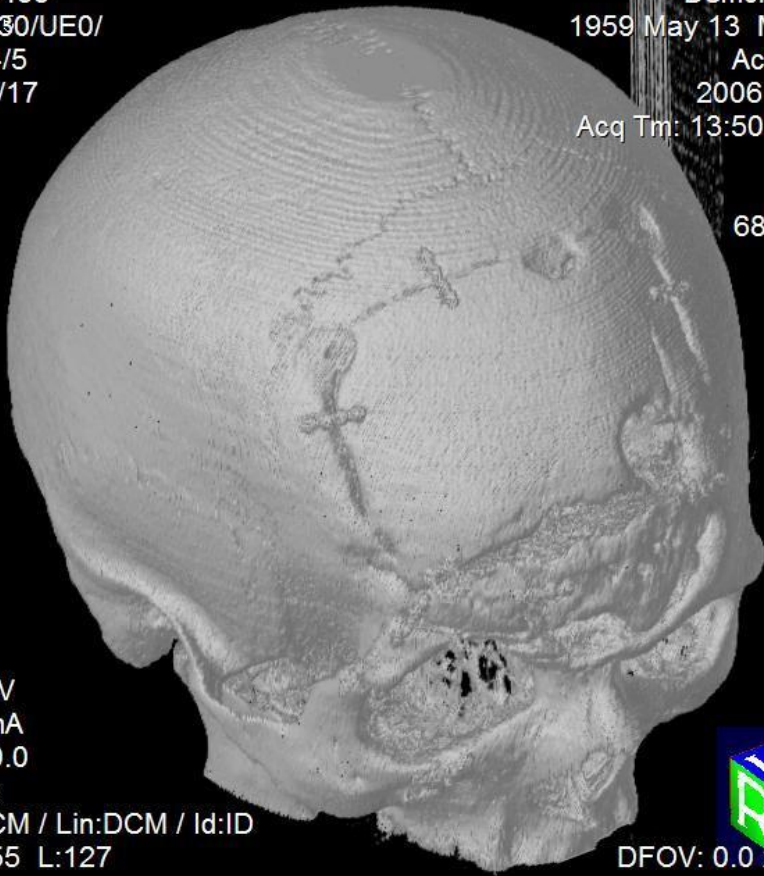
DFOV: 0.0 x 0.0cm



2698  
Asteion  
Ex: 2466  
7//FC30/UE0/  
Se: 4/5  
Im: 3/17  
: 0.0

SPB Medical University  
Demchuk A.A.  
1959 May 13 M 2698  
Acc: 2466  
2006 Sep 15  
Acq Tm: 13:50:52.550

680 x 680



0.0 kV  
0.0 mA  
Tilt: 0.0  
0.0 s  
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID  
W:255 L:127

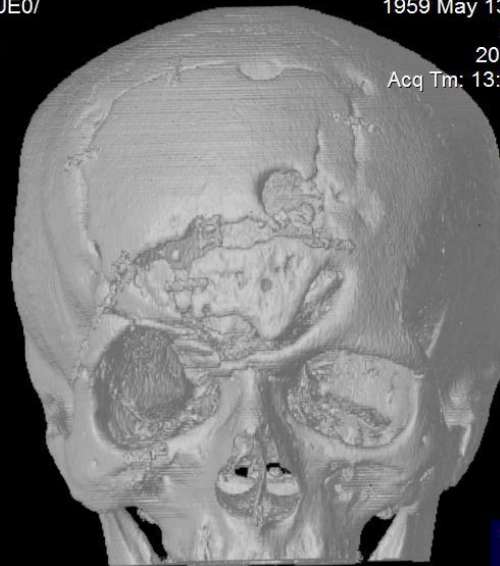
DFOV: 0.0 x



2698  
Asteion  
Ex: 2466  
7//FC30/UE0/  
Se: 4/5  
Im: 1/17  
: 0.0

SPB Medical University  
Demchuk A.A.  
1959 May 13 M 2698  
Acc: 2466  
2006 Sep 15  
Acq Tm: 13:50:52.550

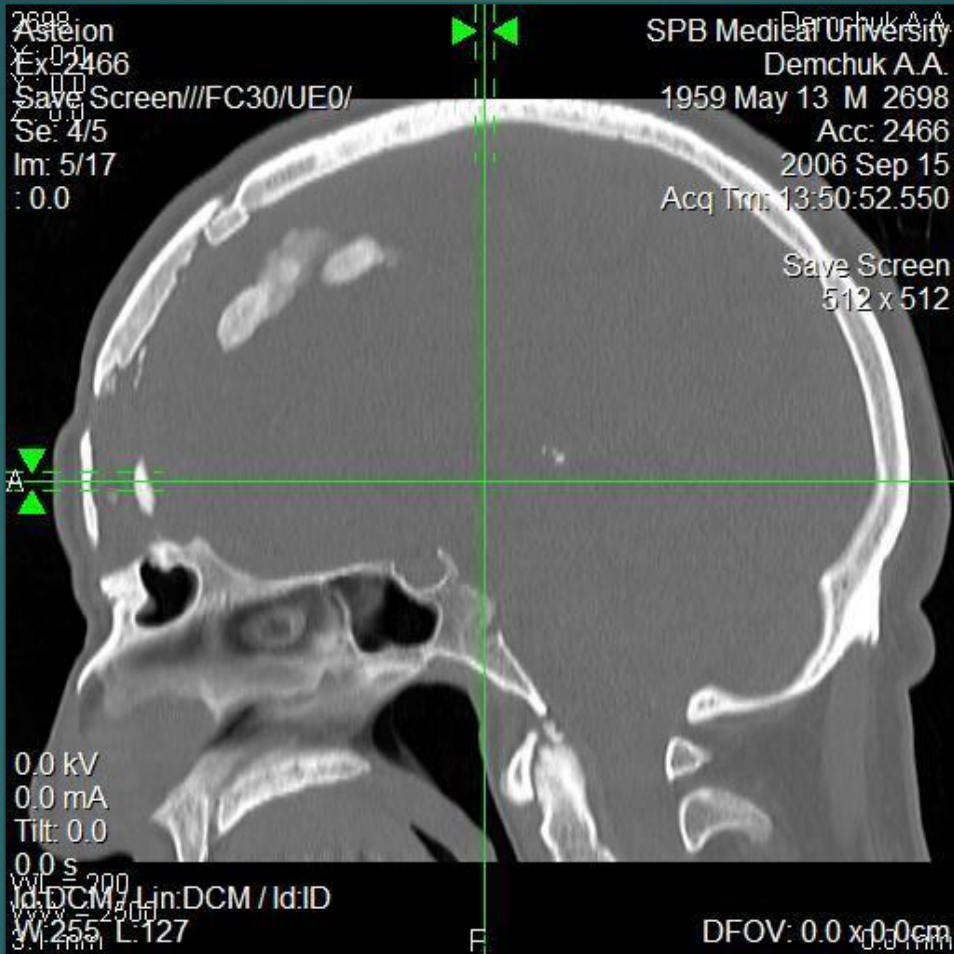
680 x 680

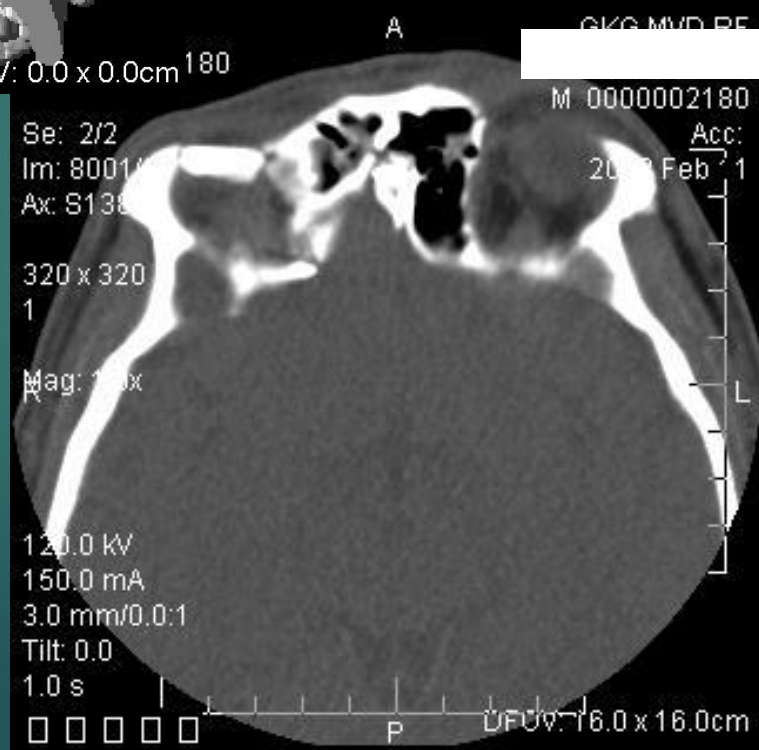
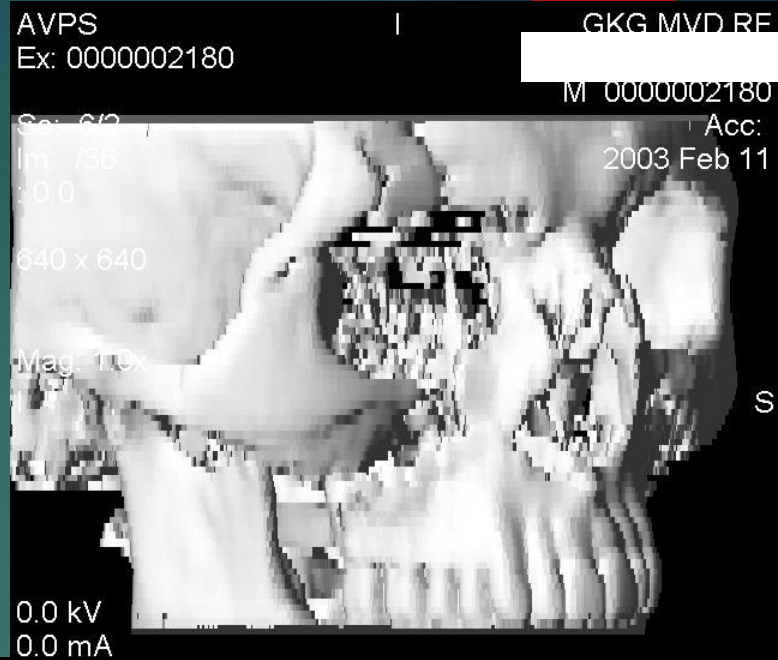
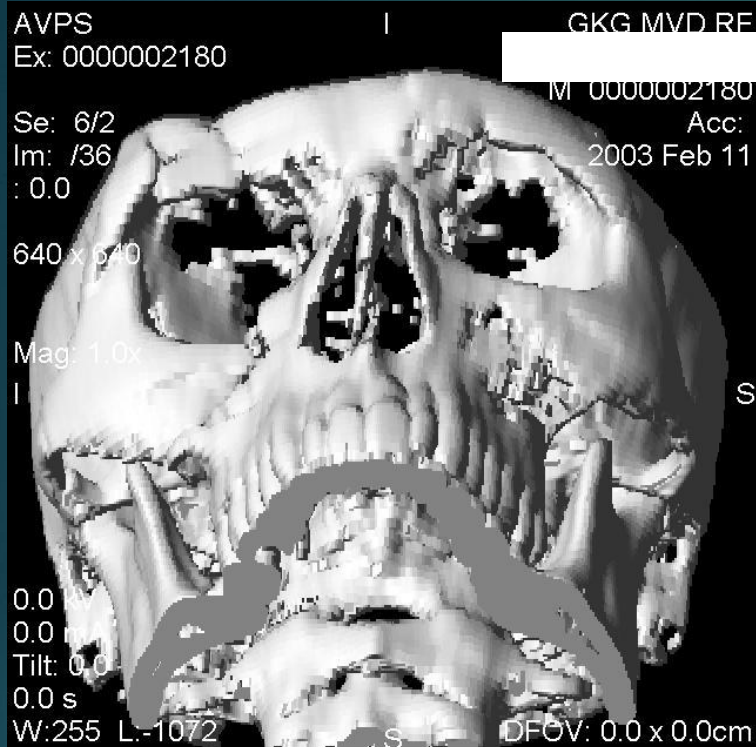


0.0 kV  
0.0 mA  
Tilt: 0.0  
0.0 s  
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID  
W:255 L:127

DFOV: 0.0 x 0.0cm

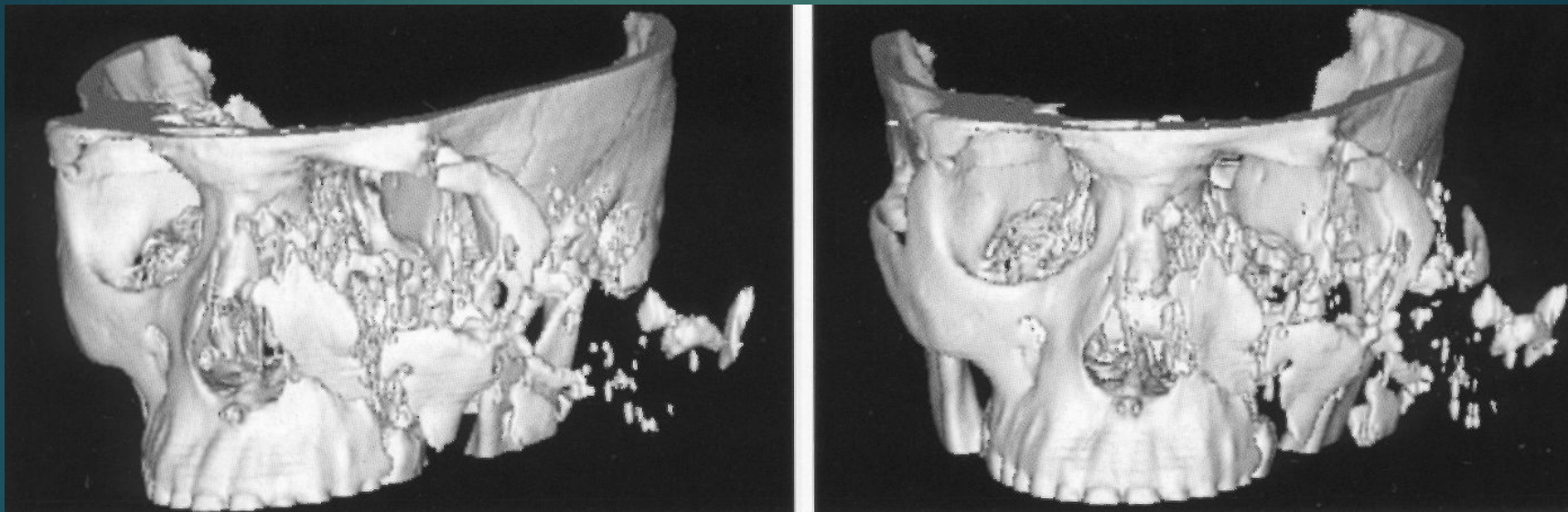


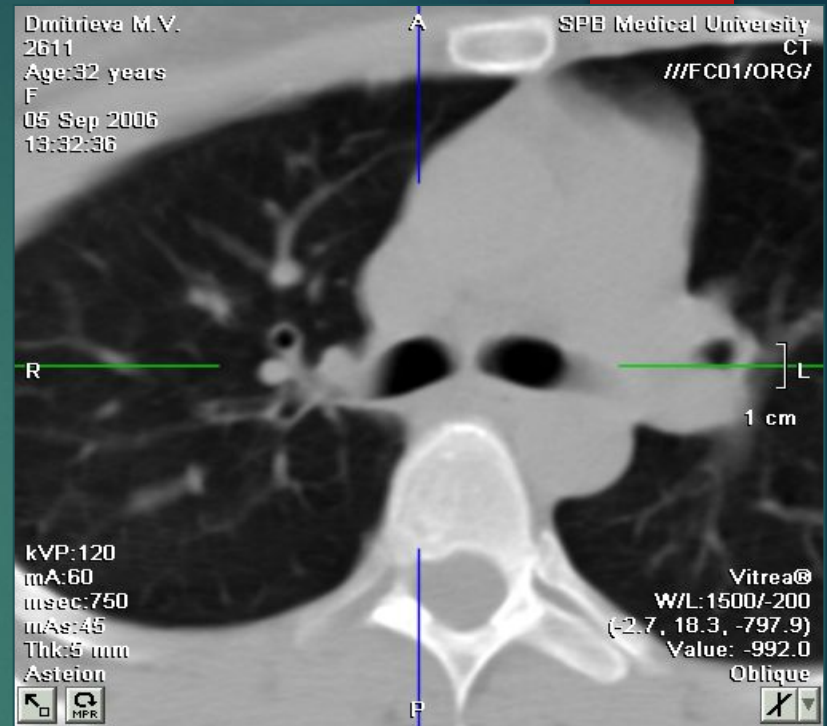
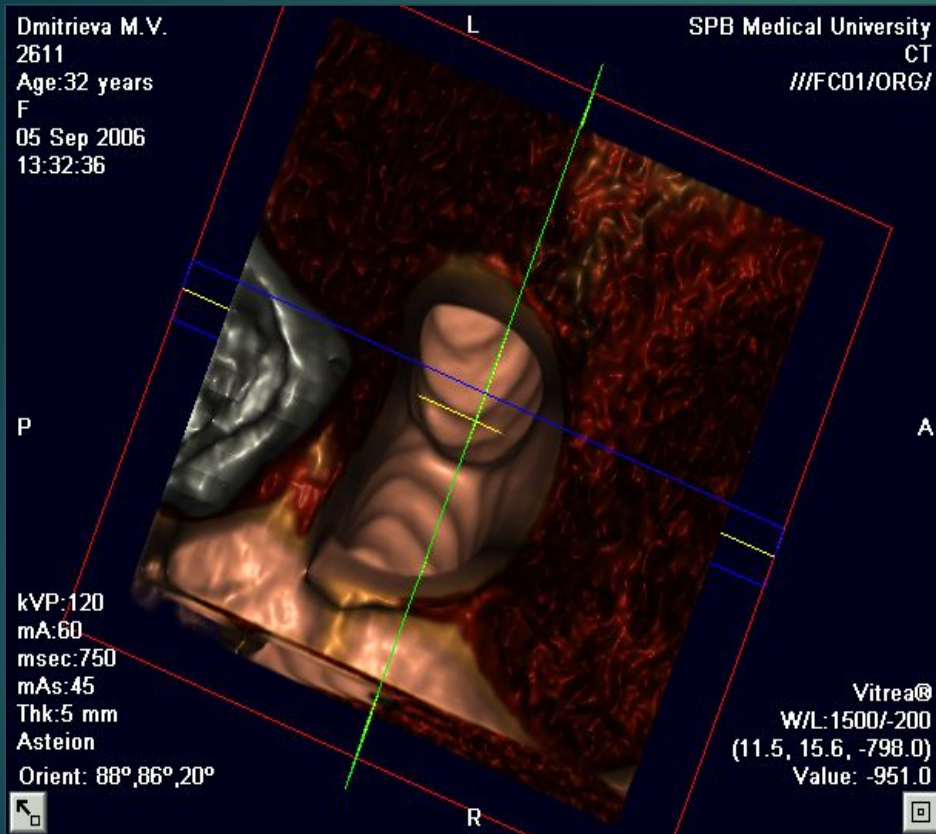


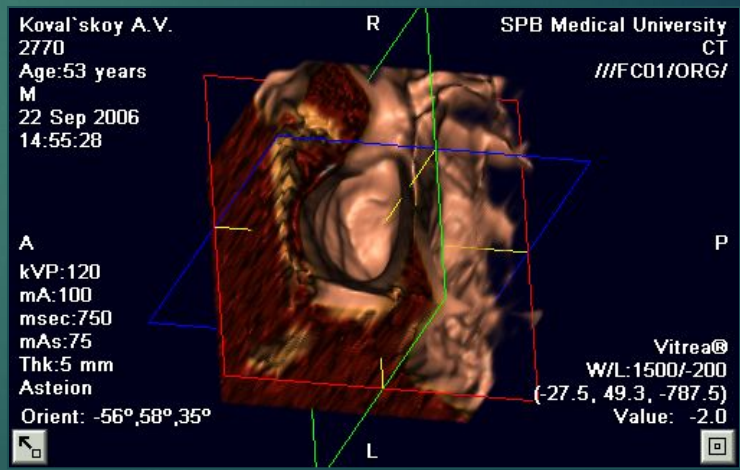
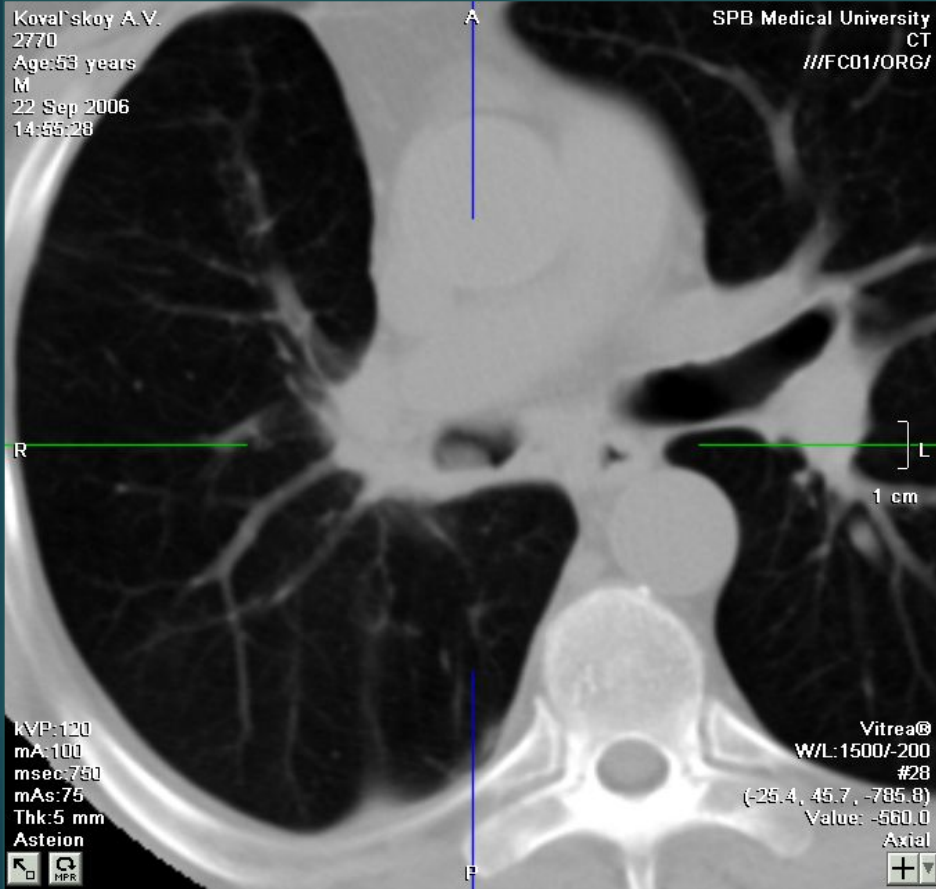


S

DFOV: 0.0 x 0.0 cm







Trofimova G A  
2776  
Age:59 years  
F  
25 Sep 2006  
10:01:29

S

SPB Medical University  
CT  
///FC01/ORG/



L

R

kVP:120  
mA:90  
msec:750  
mAs:67  
Thk:3 mm  
Asteion  
Orient: 166°,-14°,5°

Vitre@  
W/L:700/600



Trofimova G A  
2776  
Age:59 years  
F  
25 Sep 2006  
10:01:29

A

SPB Medical University  
CT  
///FC01/ORG/

R

L

kVP:120  
mA:90  
msec:750  
mAs:67  
Thk:3 mm  
Asteion  
Orient: -86°,-60°,87°

Vitre@  
W/L:1500/200



P



Trofimova G A  
2776  
Age:59 years  
F  
25 Sep 2006  
10:01:29

A

SPB Medical University  
CT  
///FC01/ORG/

R

L

kVP:120  
mA:90  
msec:750  
mAs:67  
Thk:3 mm  
Asteion  
Orient: 74°,-68°,-75°

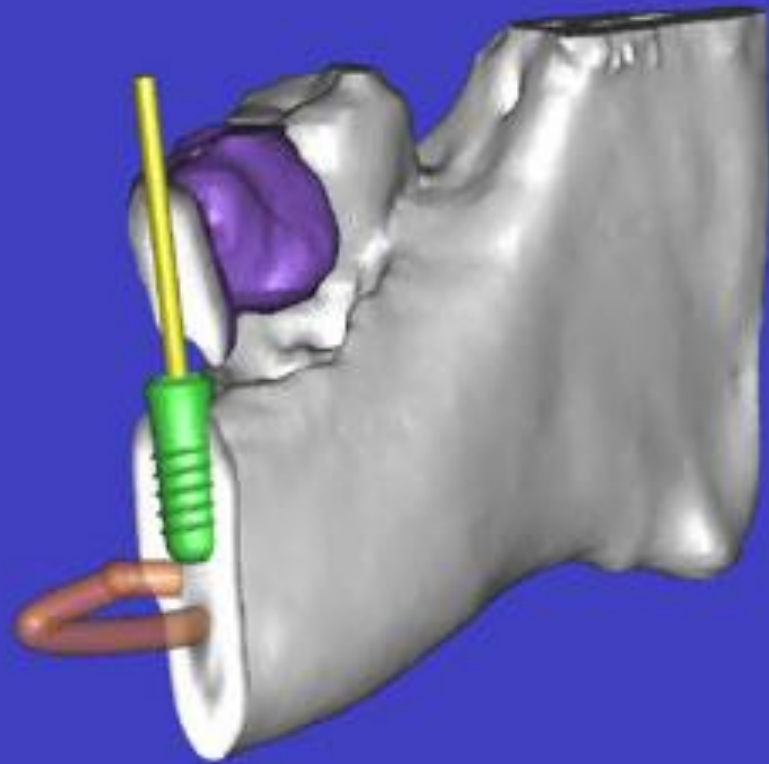
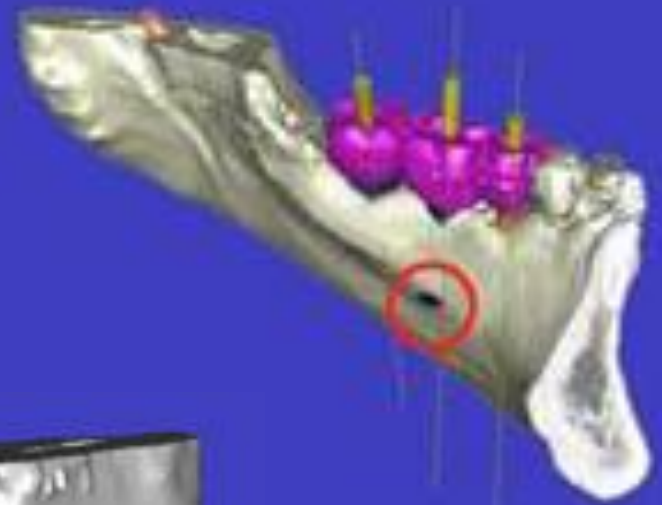
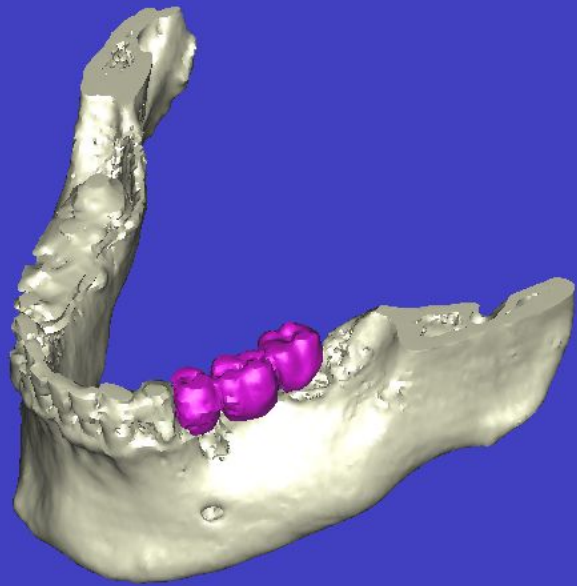
Vitre@  
W/L:1500/200

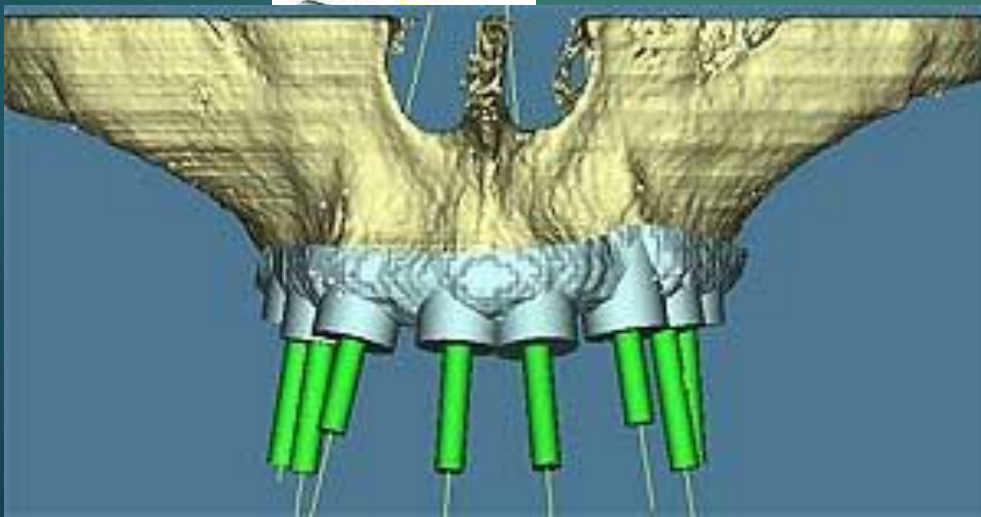
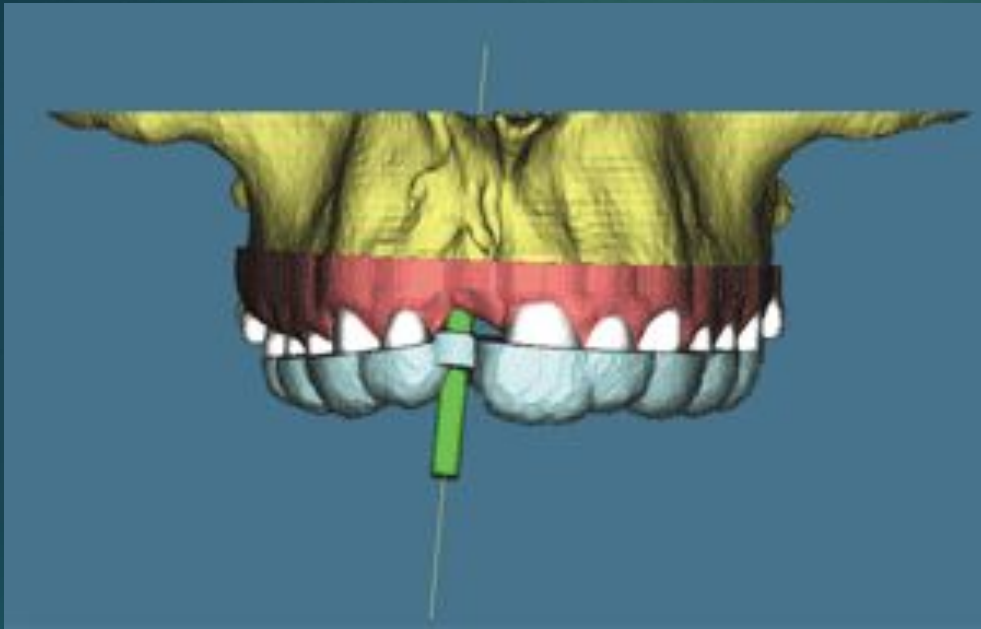



P



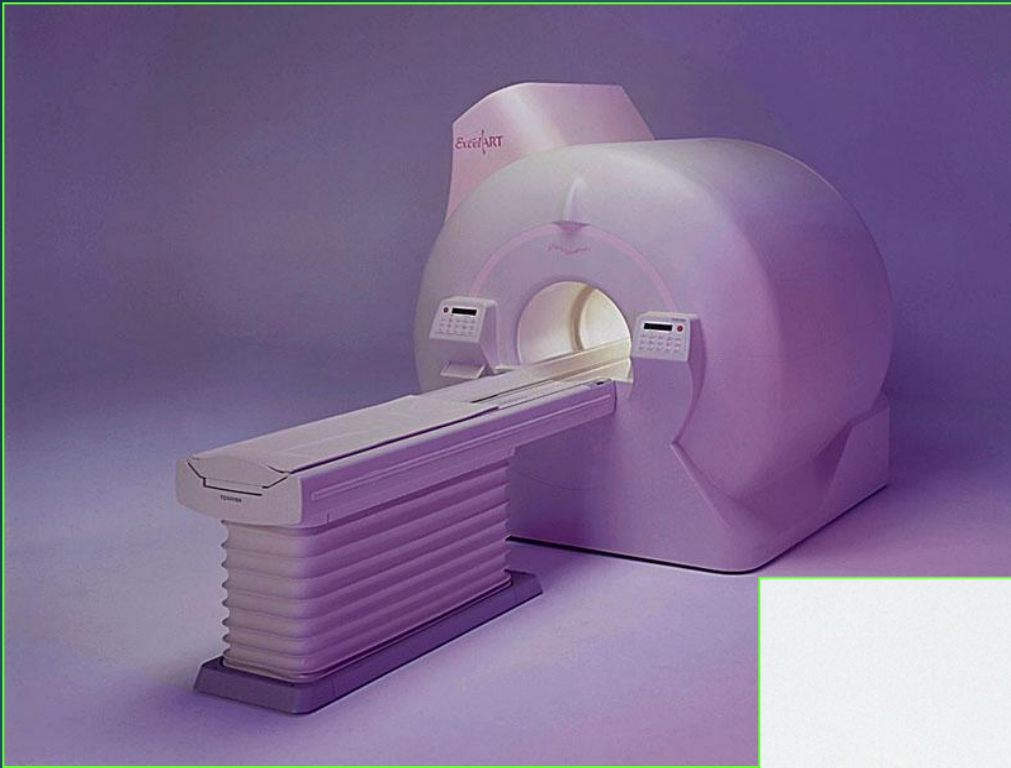




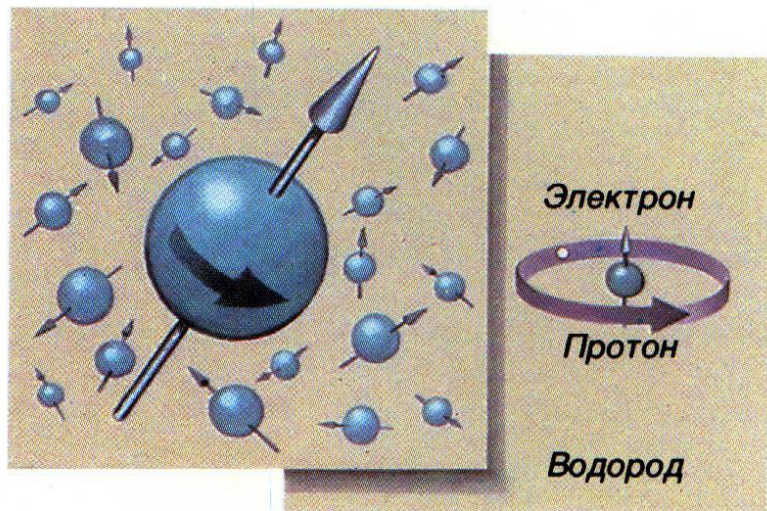
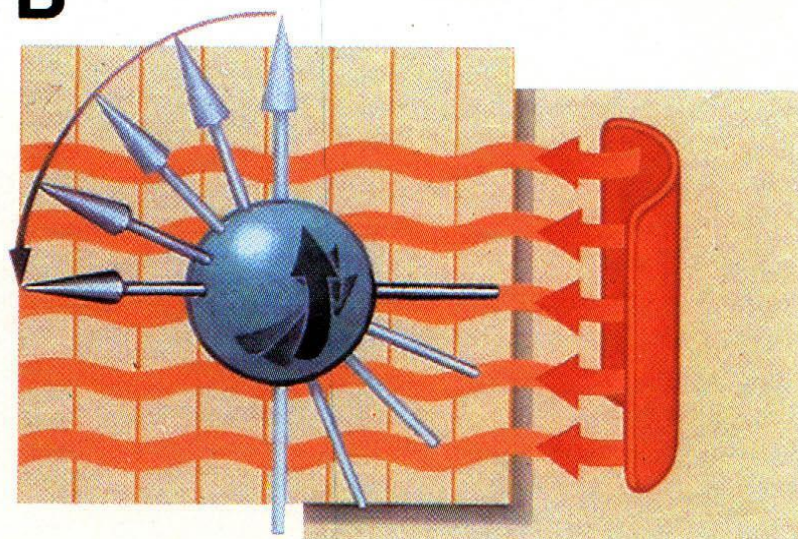
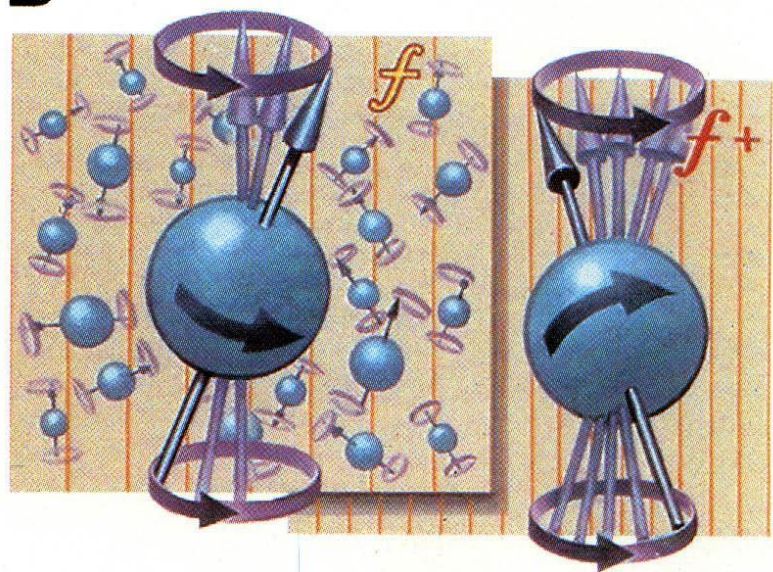
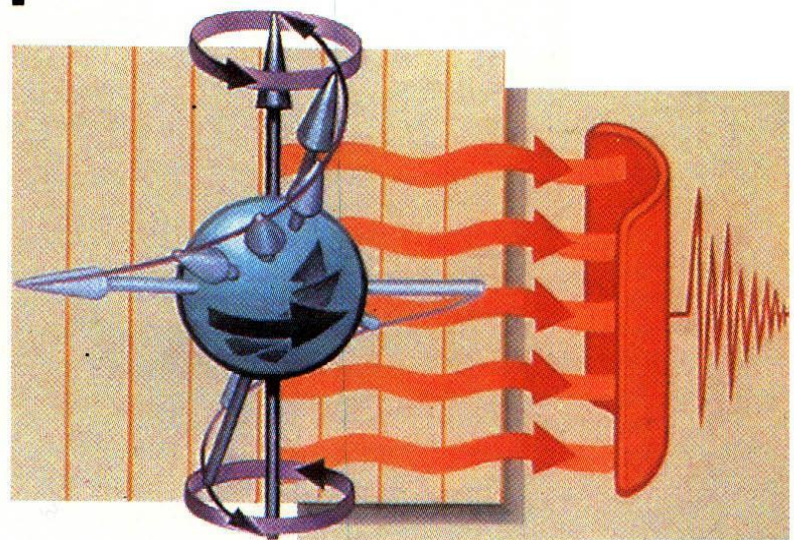




# Магнитно- резонансная томография





**A****B****Б****Г**

# Достоинства МРТ

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

# Компоненты МР томографа

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



# Медицинское оборудование и устройства



## МРТ несовместимые

- Ферромагнитные аневризматические клипсы (Drake, Heifetz, Kapp, Mayfield, Sundt-Kees)
- Многие водители ритма (Cosmos II, Delta TRS, KAPPA DR706, Nova Model)
- Стент Zenith AAA Endovascular Graft - Cook, Inc.
- Инсулиновые насосы (Cozmo Insulin Pump, MiniMed Insulin Pump, Stryker PainPump 2)
- Некоторые экспандеры для молочных желез (Style 133 with MAGNA-SITE Injection Site magnetic port - McGhan Medical/INAMED Aesthetics, )



## Условно МРТ совместимые

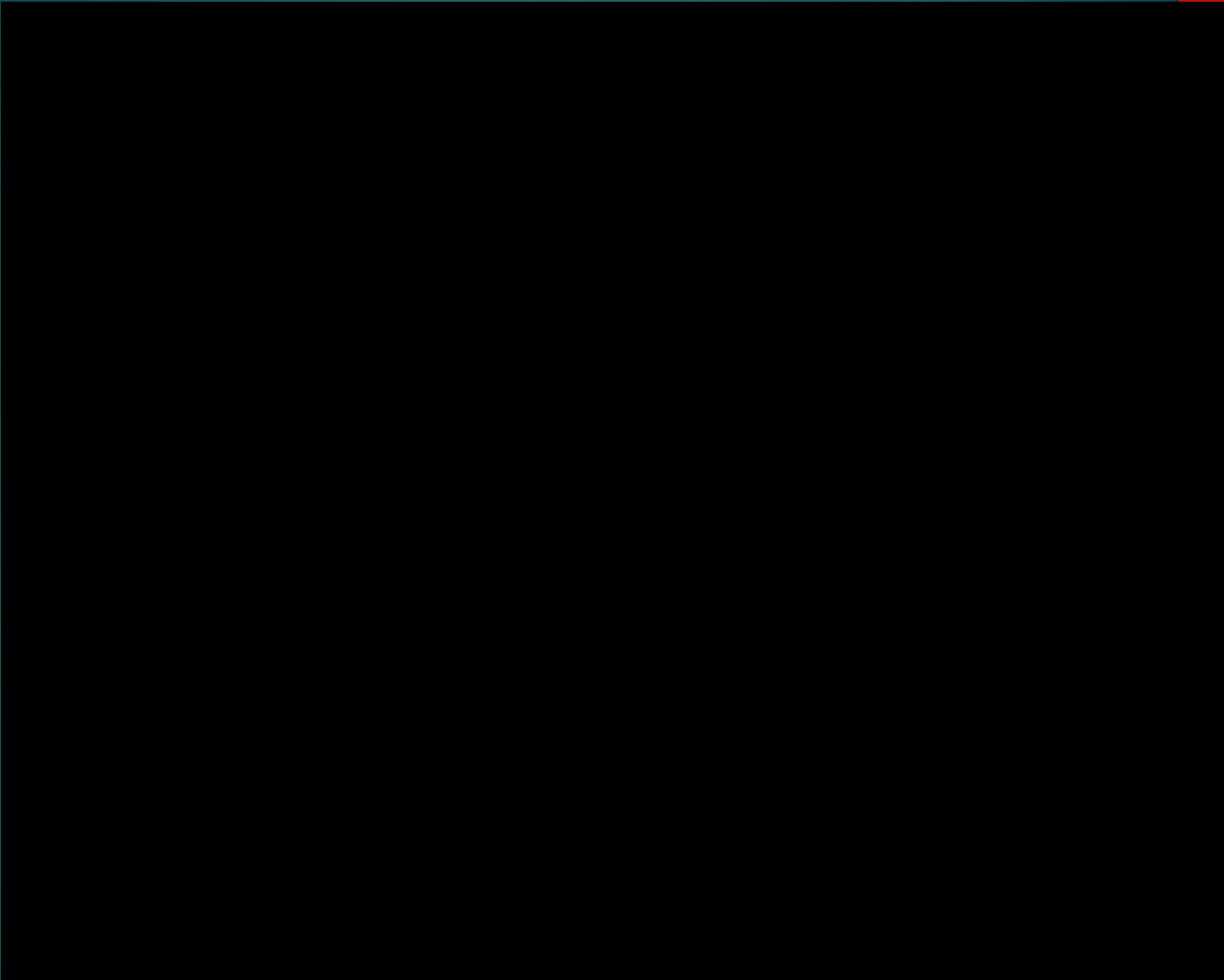
Возможно проведение МРТ в стандартном режиме

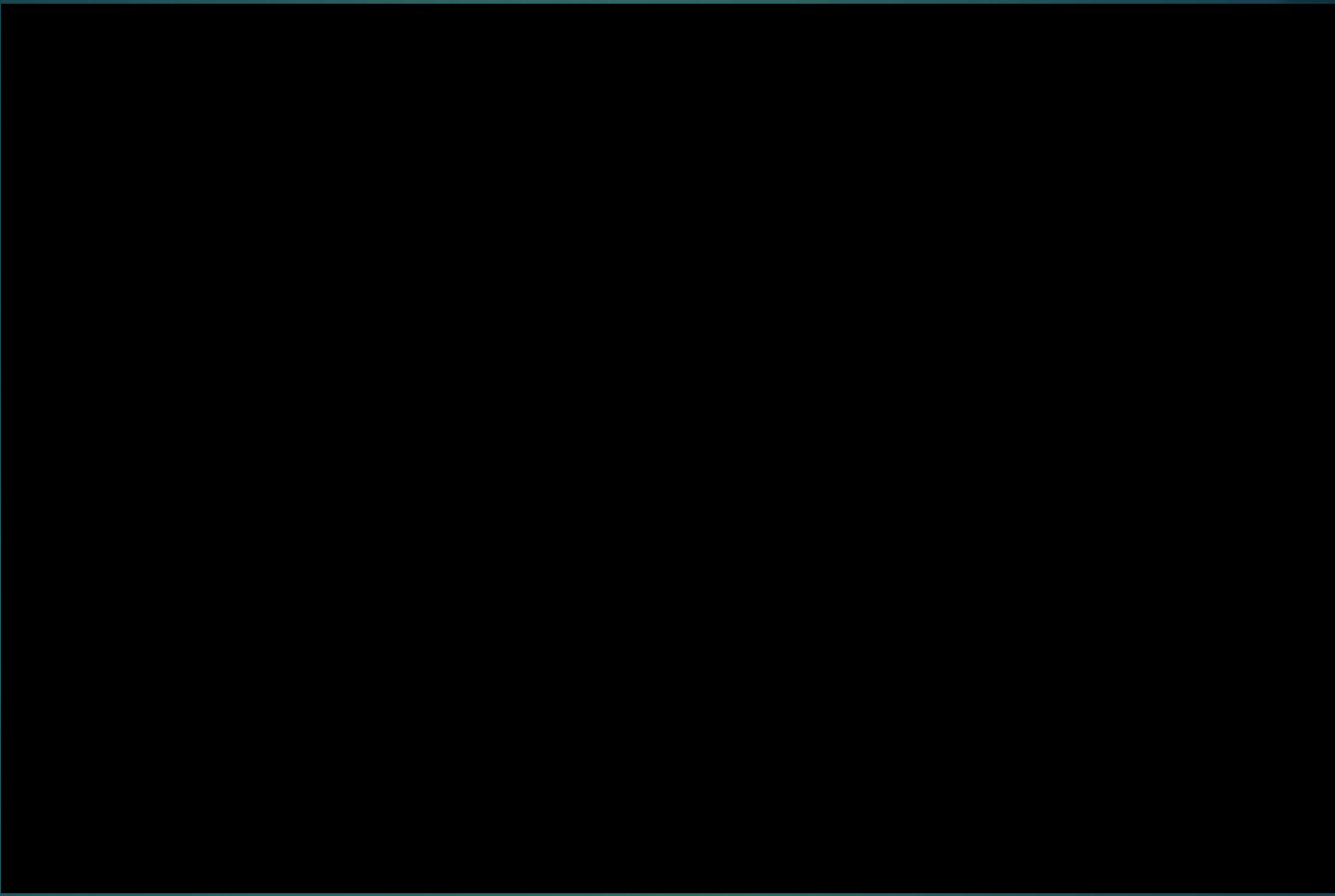


## МРТ совместимые

- Практически все стенты, катушки, фильтры
- Все протезы сердечных клапанов
- ...









# Радиочастотные катушки



Коленная катушка



Головная катушка



Нейроваскулярная катушка

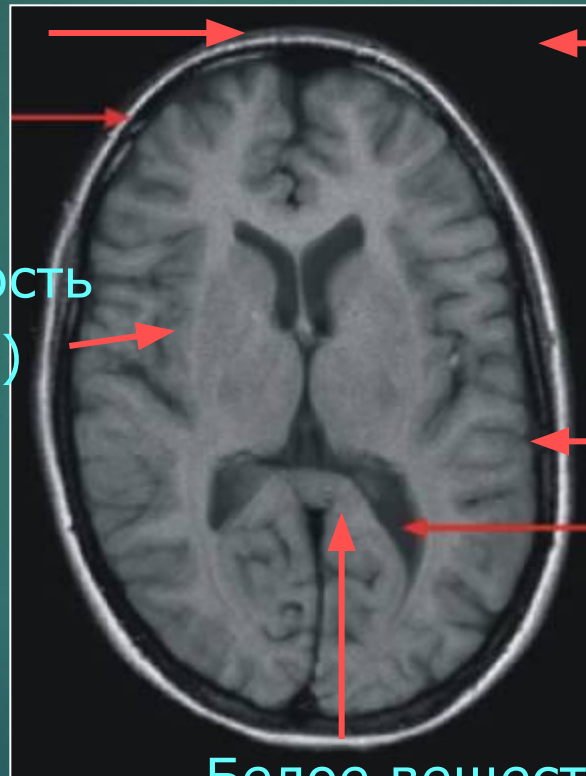
- Спектр обследований, определяется техническими характеристиками аппарата и набором радиочастотных катушек, или специализированных «датчиков» для различных анатомических областей.
- Существуют РЧ-катушки для исследования головного мозга, позвоночника, сосудов шеи, молочных желез, коленного сустава, плечевого сустава, эндокавитарные датчики и многие другие.
- При покупке МР-томографа его комплектование набором РЧ-катушек осуществляется в соответствии с потребностями конкретного лечебного учреждения, поэтому большинство отделений МРТ не обладает возможностью проведения полного спектра МР-обследований.

# T1-взвешенное изображение

головного мозга в аксиальной плоскости

Жировая ткань  
(яркая)

Кортикальная кость  
(нет протонов)



Серое вещество

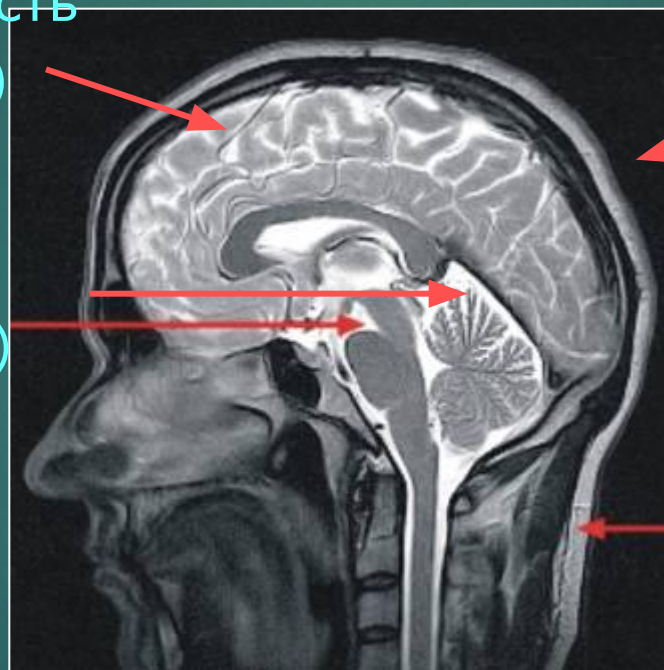
СМЖ  
(темная)

Белое вещество

# T2-взвешенное изображение головного мозга в аксиальной плоскости

Кортикальная кость  
(нет протонов)

СМЖ  
(яркая)



Серое вещество

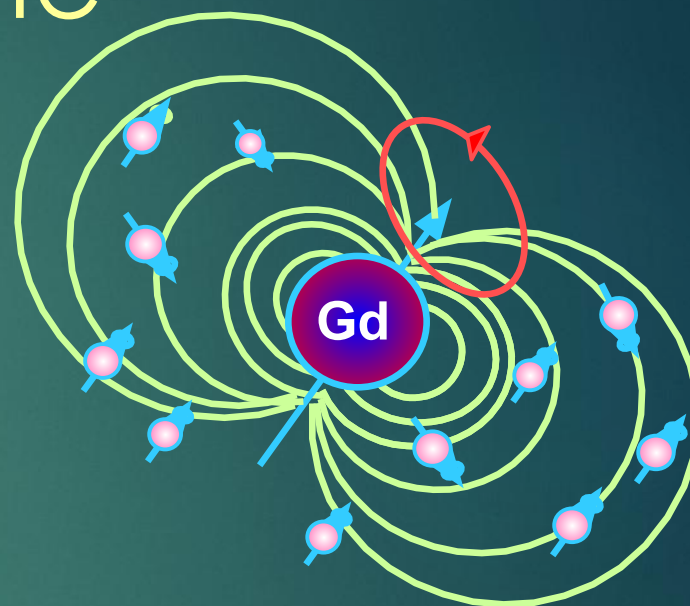
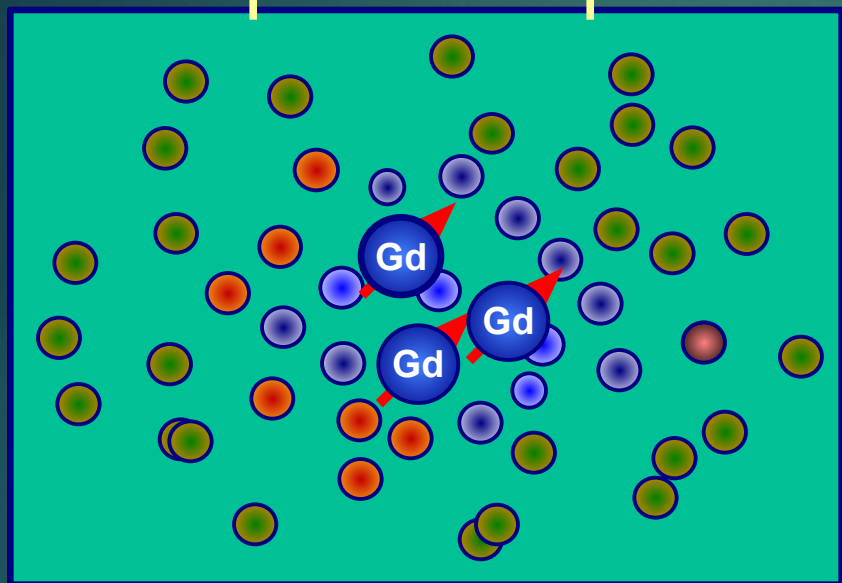
Жировая ткань  
(яркая)



# МР-контрастные препараты

- ▶ Несмотря на то, что МРТ обладает высокой мягко-тканной контрастностью точность диагностики и характеристики гиперваскулярных процессов (опухоли, воспаление, сосудистые мальформации) может быть существенно повышена при использовании внутривенного контрастного усиления. Более того, многие патологические процессы, вовлекающие ткани головного мозга, не выявляются без внутривенного контрастирования.
- ▶ Основой для создания МР-контрастных препаратов стал редкоземельный металл гадолиний. В чистом виде данный металл обладает высокой токсичностью, однако в форме хелата становится практически безопасным (в т.ч. отсутствует нефротоксичность). Побочные реакции возникают крайне редко (менее 1% случаев) и обычно имеют легкую степень выраженности (тошнота, головная боль, жжение в месте инъекции, парестезии, головокружение, сыпь). При почечной недостаточности частота побочных эффектов не увеличивается. Введение МР-контрастных препаратов при беременности не рекомендуется, т.к. неизвестна скорость клиренса из амниотической жидкости.

# Искусственное контрастирование



Гадолиний ( $Gd^{3+}$ ) - металл парамагнетик  
Хелаты гадолиния – нетоксичны

Контрастный препарат накапливается в зонах  
повышенного кровотока, а также внеклеточно при  
поврежденном гемато-тканевом барьере

# Виртуальная МР-ангиоскопия

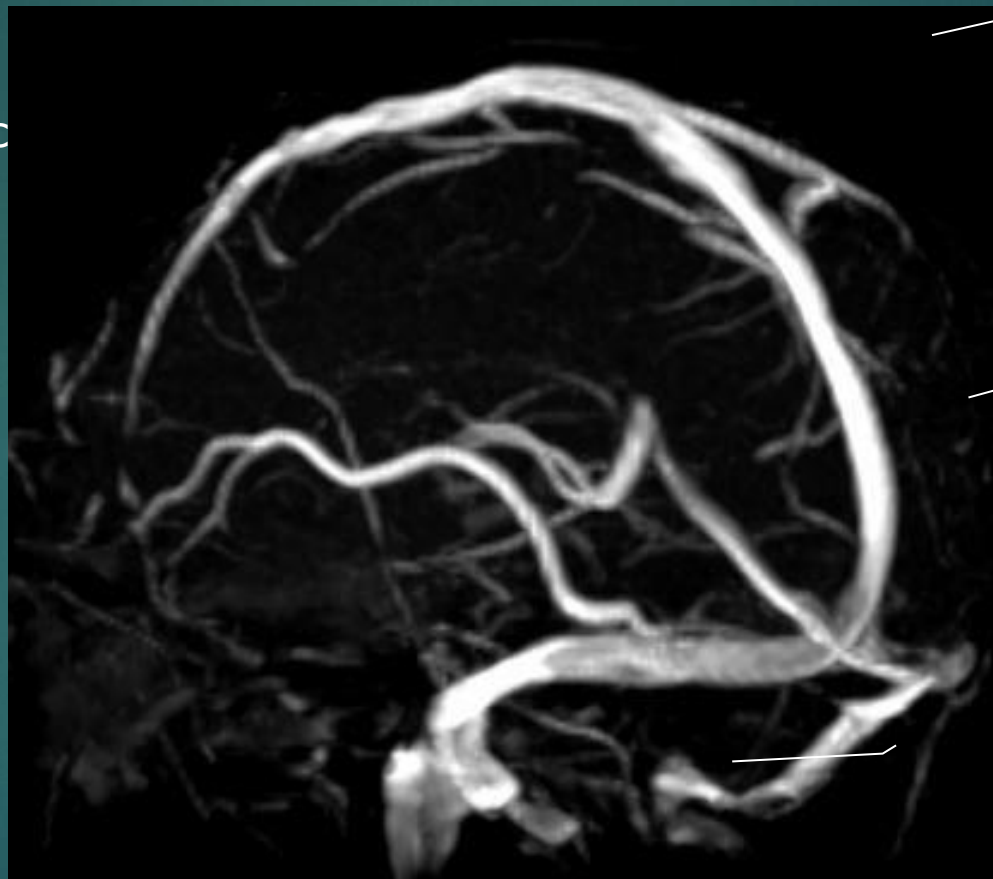


Нажмите на изображение для запуска видео

# МР-синусография ГОЛОВНОГО МОЗГА



Верхний  
сагиттальный синус



Большая  
вена  
Галена

Прямой  
синус

Сигмовидный  
синус

Поперечный синус

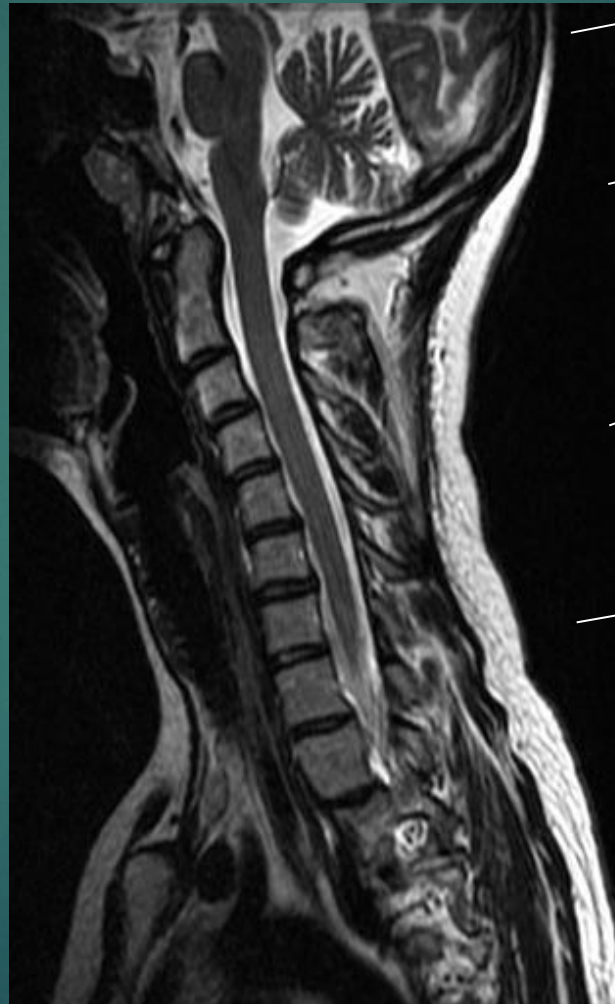
# МРТ шейного отдела ПОЗВОНОЧНИКА

Продолговатый  
МОЗГ

Второй  
шейный  
позвонок

Тело  
пятого  
позвонка

Межпозвоночный  
ДИСК



Мозжечок

Первый  
шейный  
позвонок

Спинальный  
МОЗГ

Остистый  
отросток

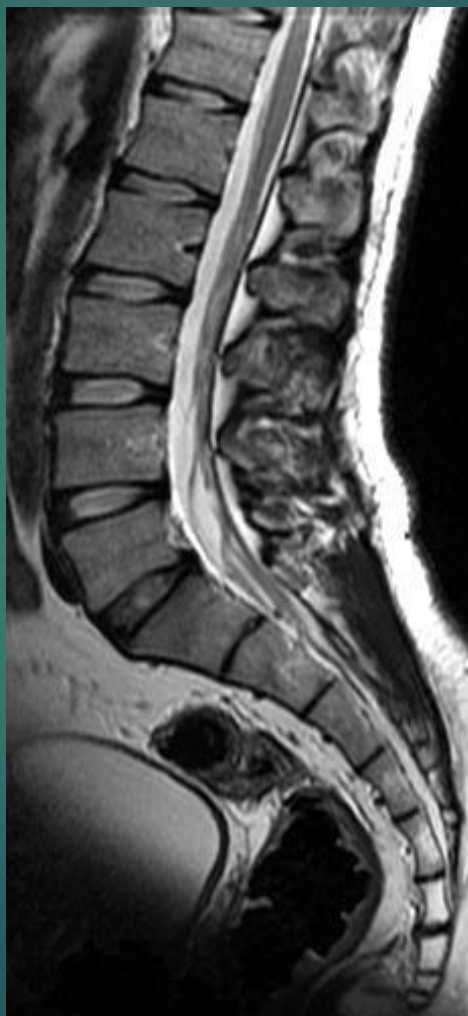
# МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника

Межпозвоночный диск  
(фиброзное кольцо)

Межпозвоночный диск  
(пульпозное ядро)

Пятый  
поясничный  
позвонок

Крестец



Спинальный  
мозг

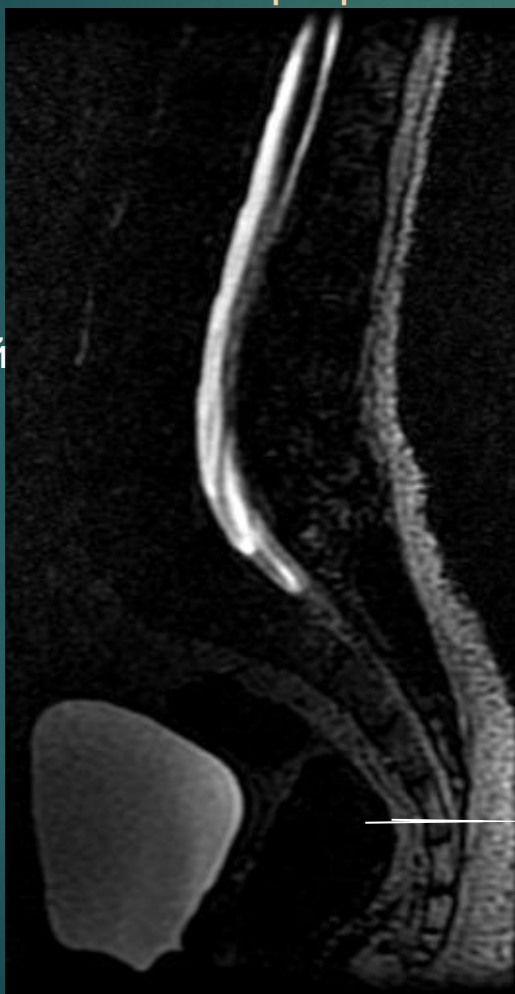
Остистый  
отросток

Конский  
хвост

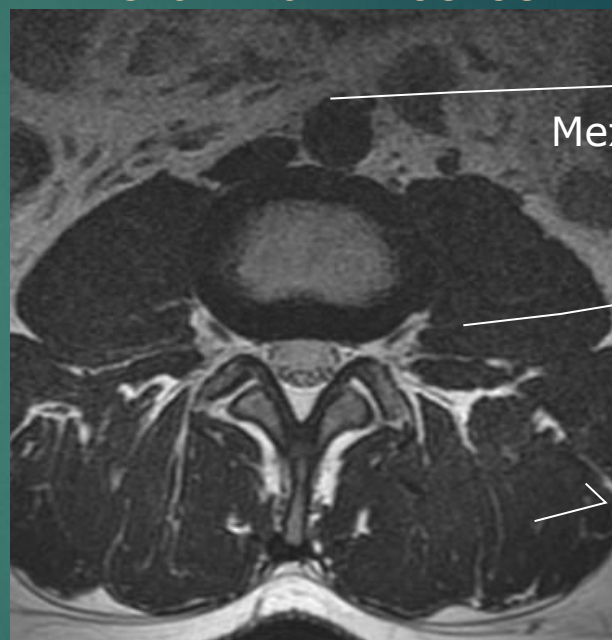
Копчик

# МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника

## Миелография



## Аксиальная плоскость



Фасеточный сустав

Остистый отросток

FSE10-4  
TR=680 TE=10  
FA=90/180  
7\*  
PE: ↑

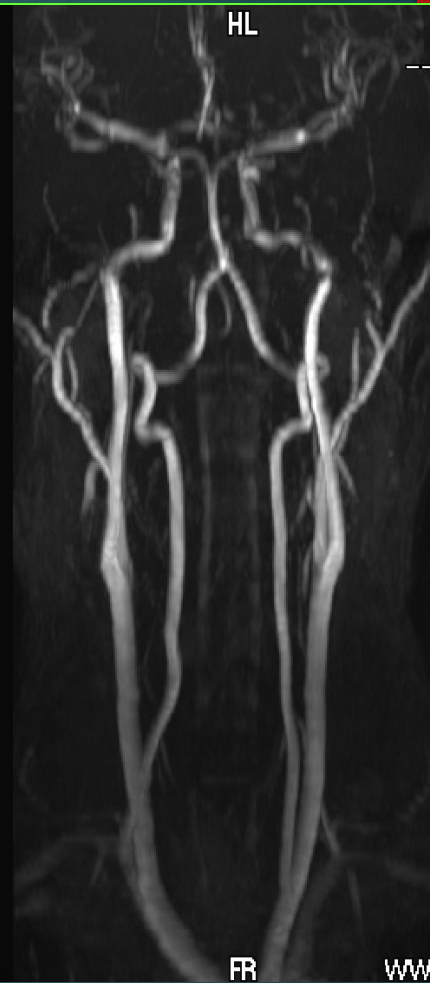


M Hanawa  
--- M C.C test  
04.24.2000  
02:21PM  
1010.5235

NAQ=2  
40.0x25.0cm  
288(NW)x320  
1.4x0.8mm/3mm  
Time 3:19  
Toshiba Medical

Z: 100%  
1/1 7/12  
D1-1: 0.0( 4.7R)  
(4.9,29,4.7.1)  
WW: 43.4 % WL: 22.5 %

MRA11fc  
TR=50 TE=11  
FA=60/  
\*\*:RP



YY  
--- M Neck vasculer  
May.10.2000  
06:36PM  
1066.5235

NAQ=1  
160x256  
1.2x0.8mm/3mm  
Time 17:04  
Toshiba Medical

Z: 148%  
1/1 1/1  
E4-7: 6.0( 2.2P)  
(-3.0,-2.2,-5.9)  
WW: 89.5 % WL: 43.8 %



0.21 3Pb Paylov 31d  
Ex. Run 1212.0000a  
001.70F 20.MIP  
Ser. 001113  
Im. 0118  
Cod. 150.2 (000)

3Pb Paylov 31d in Medical University  
KOBLOVA\* L.G.  
F 079  
Acc.  
2005 Age 03  
Age Fr. 12.49.14

178 x 124  
001.70F 20.P0M, IMAGE NUMBER 2

R

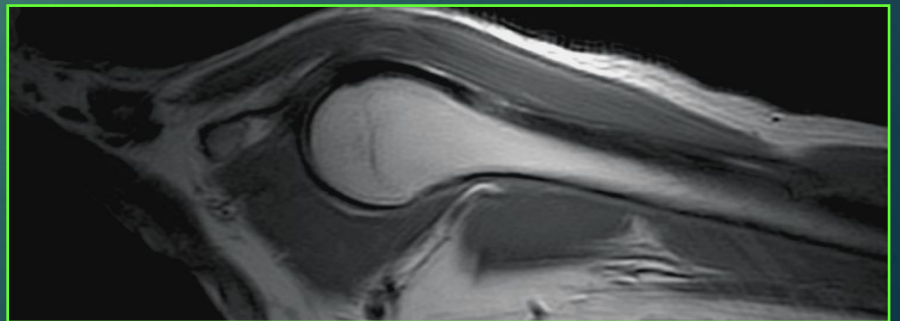
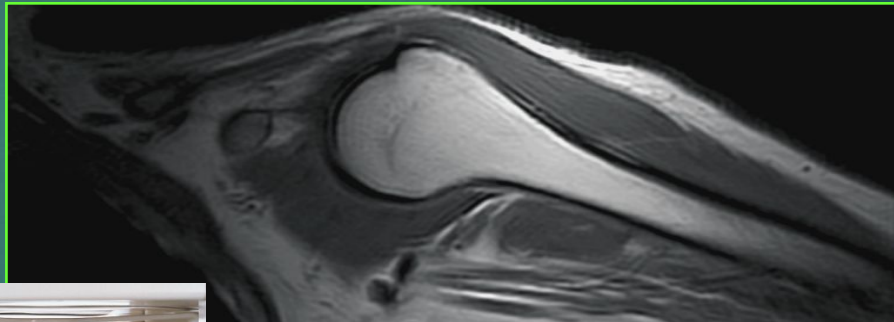
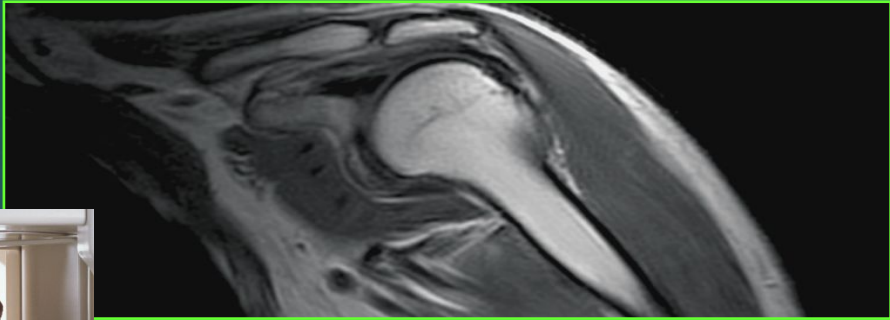
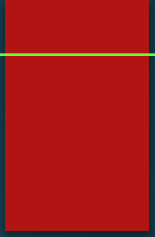
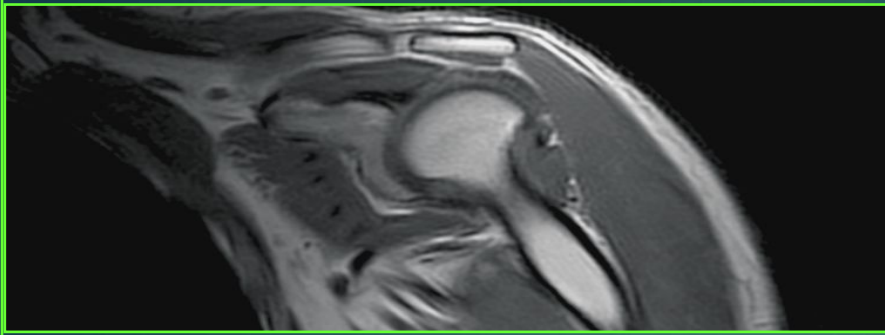
L

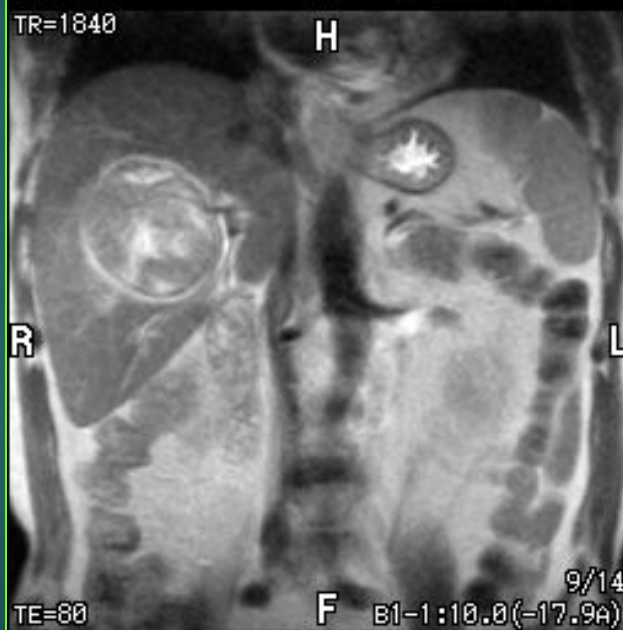
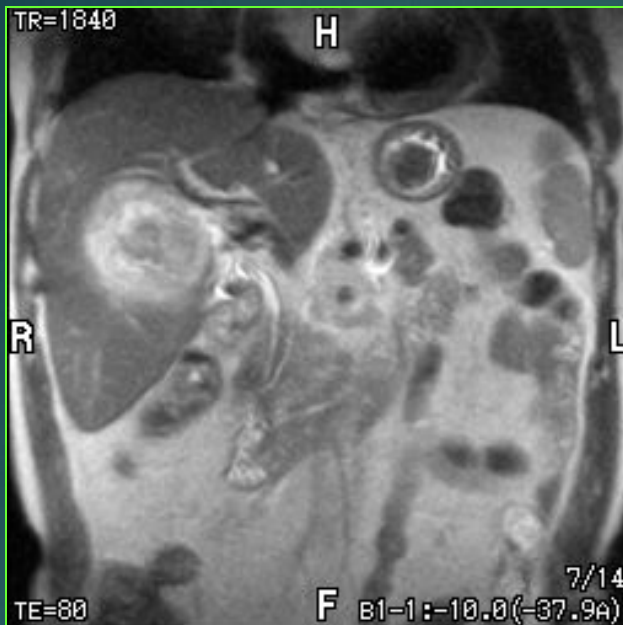
EF. 0  
FR. 21.0  
FE. 11.0  
1145241824  
120.58 HV - 120.5ap  
M 52787 L.18000

1

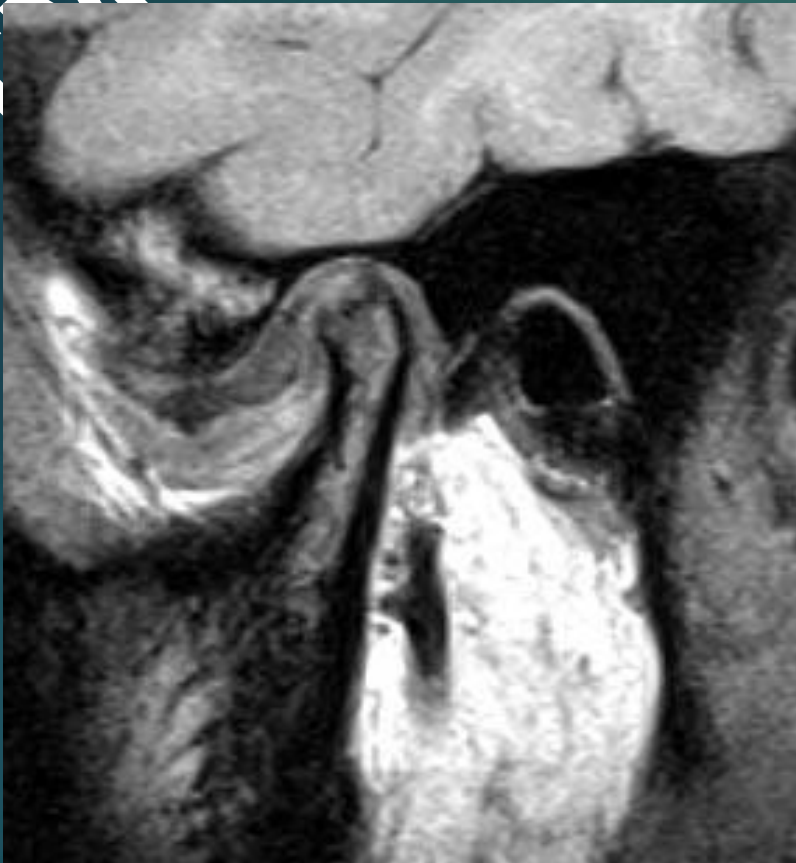
DF 0V. 13.4 x 17.8cm







ТМЖ



*открытый рот*

полная вентральная дислокация диска без репозиции