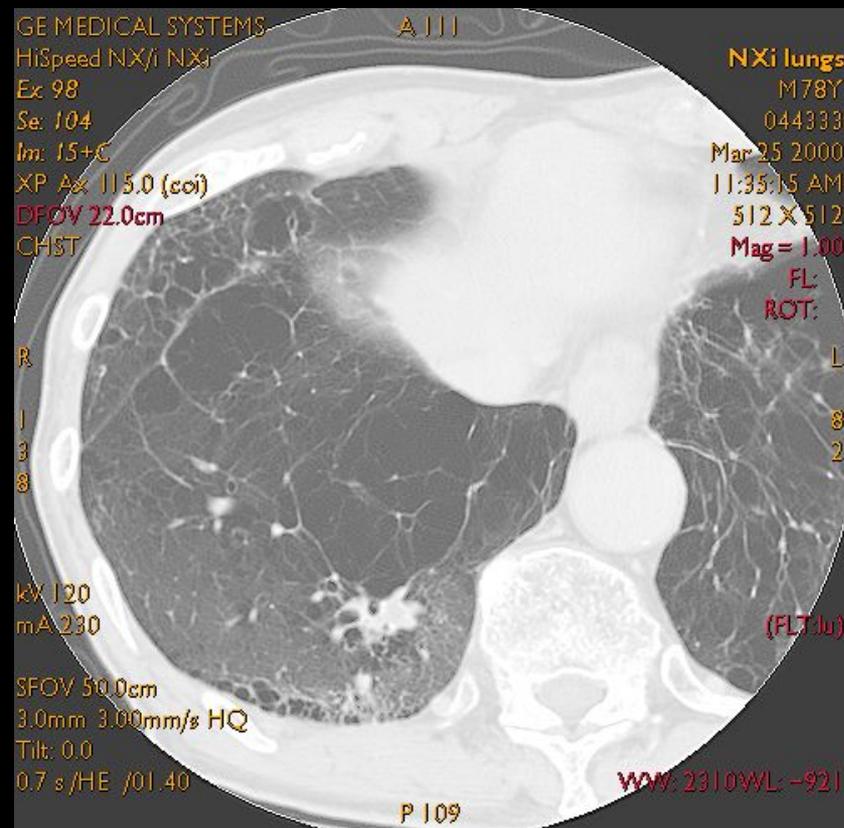
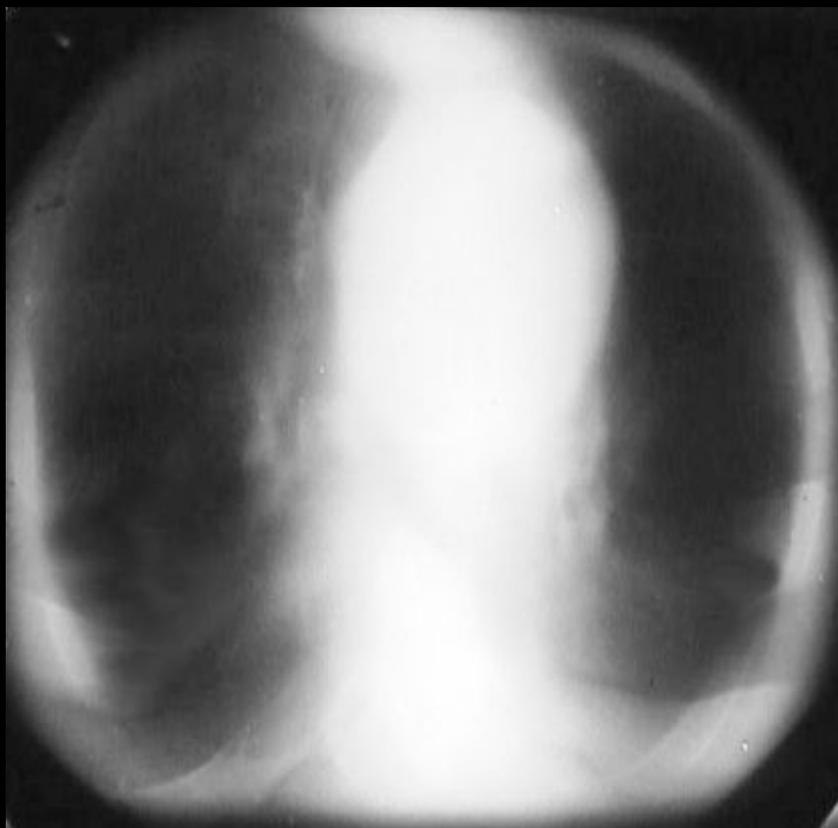


# Методики лучевой диагностики

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

# Компьютерная томография

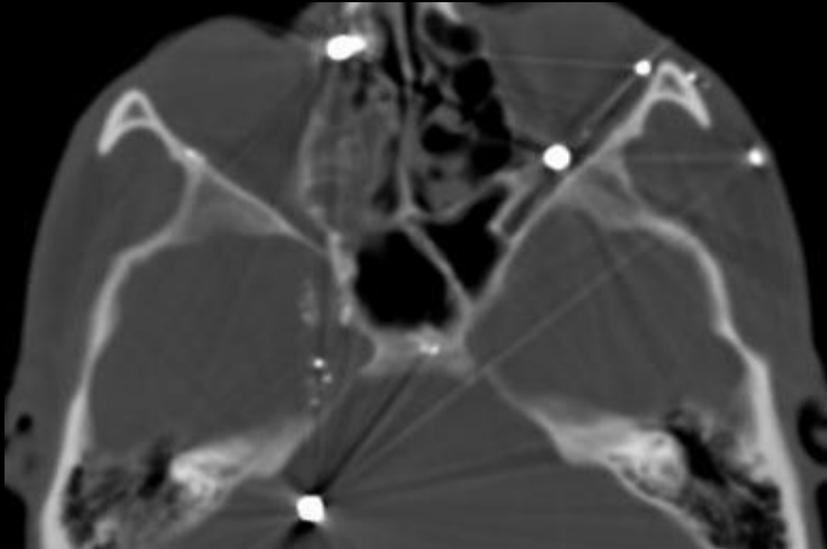
# Эволюция томографии



# 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

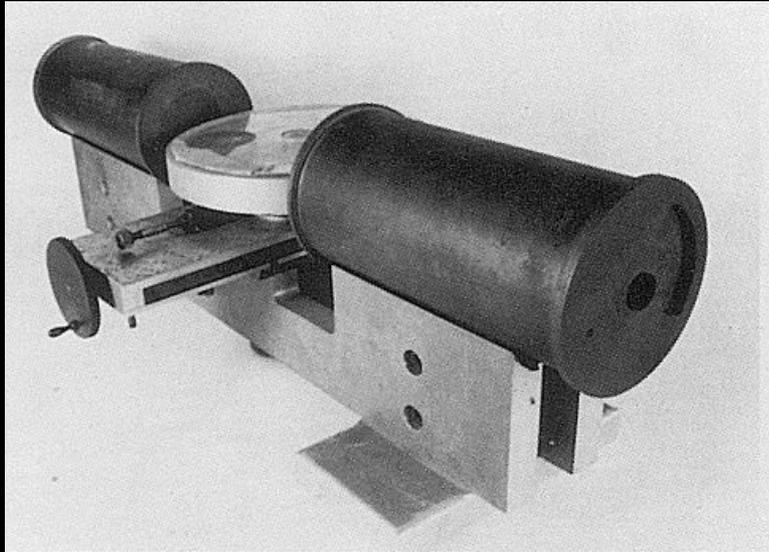


**Годфри Хаунсфилд**

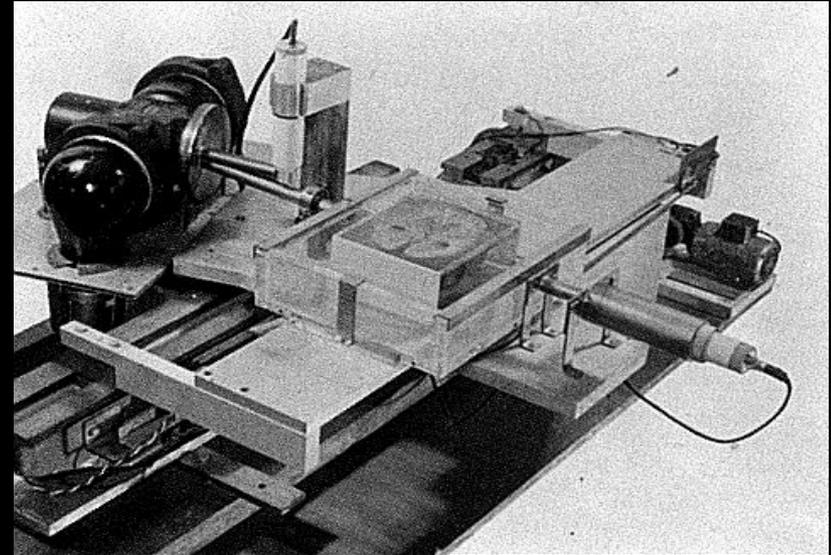
**Алан М.Кормак**

Нобелевские лауреаты за создание метода

# История развития КТ

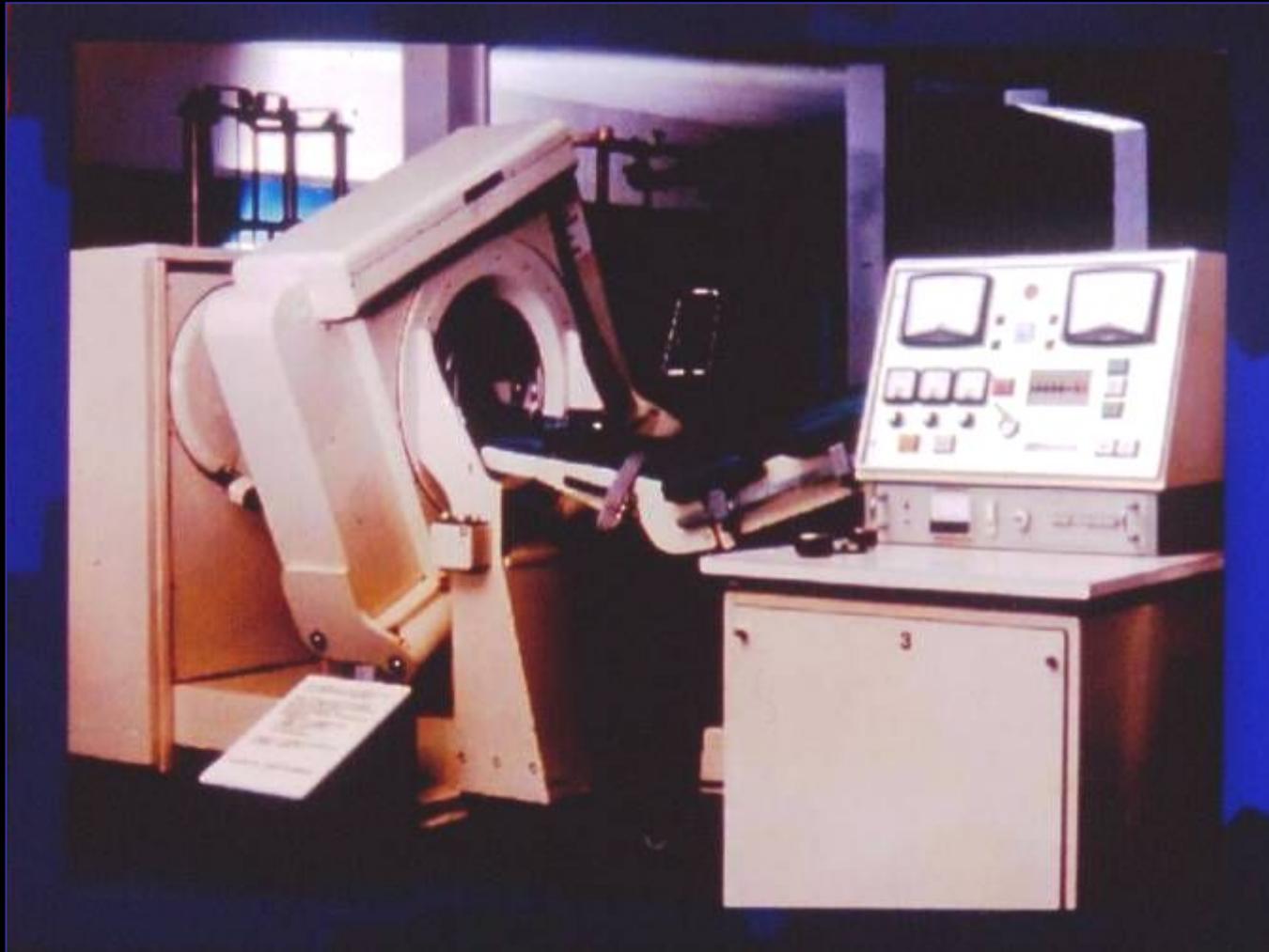


Экспериментальная установка  
А. Кормака



Экспериментальная  
установка  
Г. Хаунсфилда

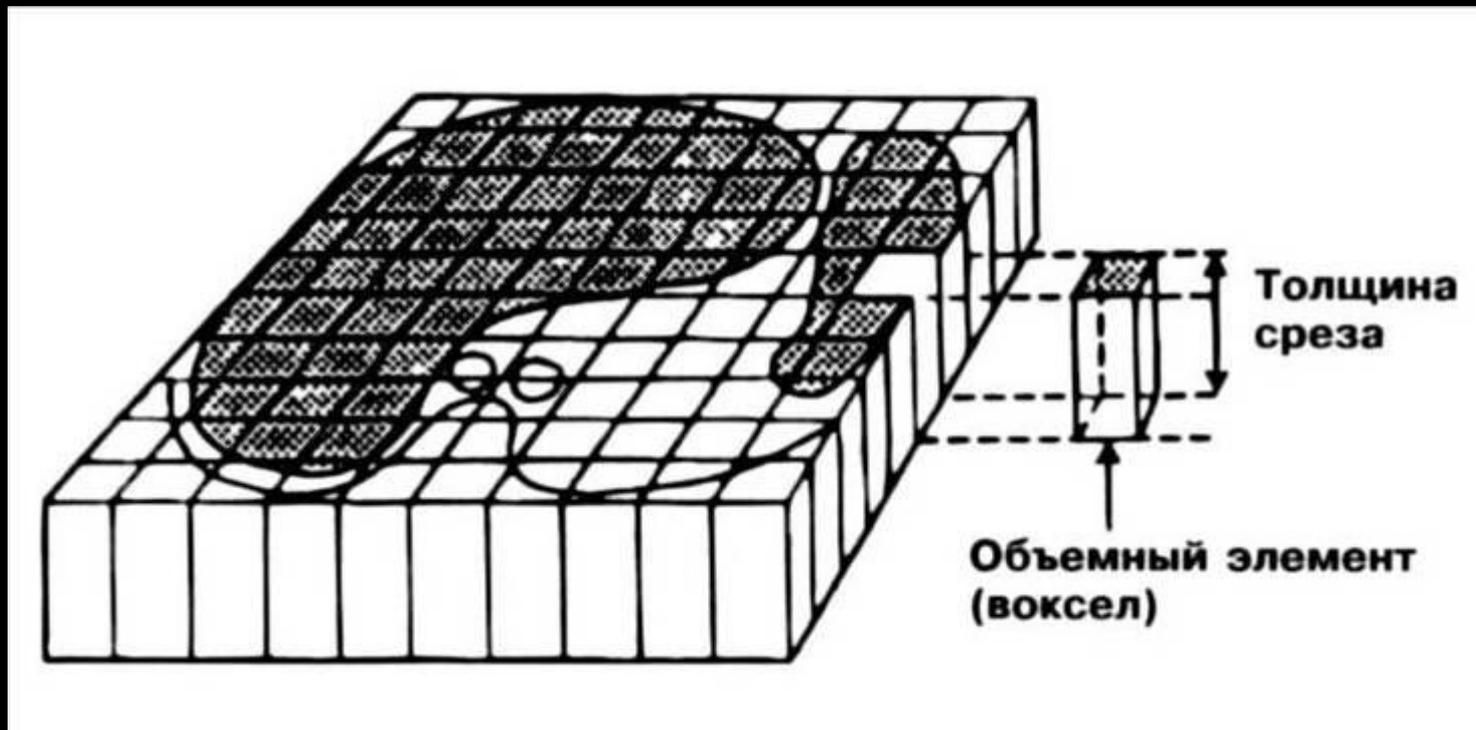
# Первый КТ в мире (EMI, 1972)



# 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.

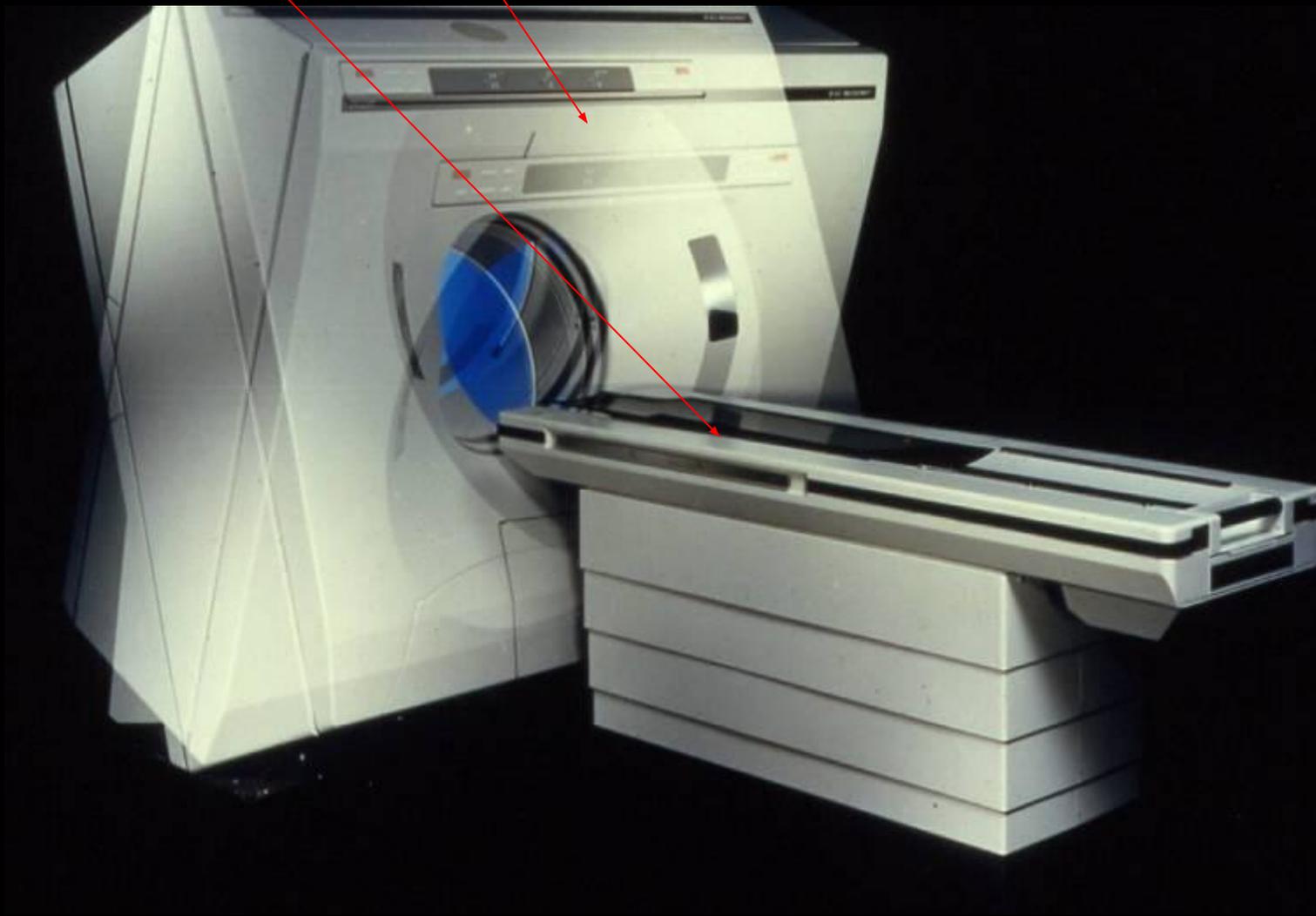
# Визуализируемый срез ткани, разделенный на элементы объема - вокселы



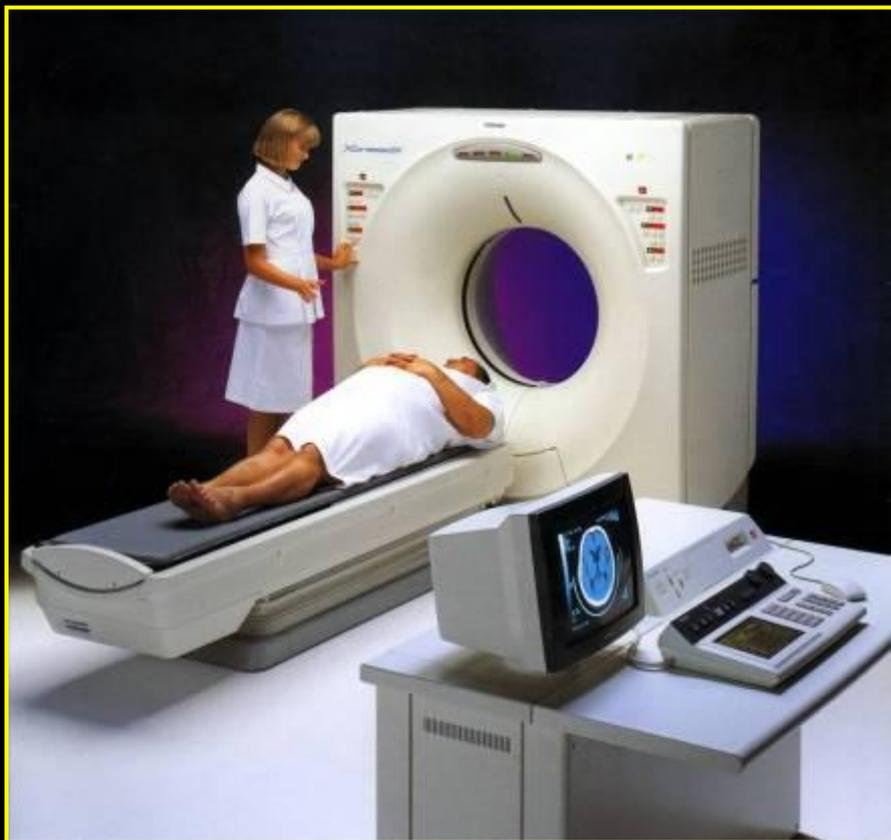
Поглощение в каждом вокселе определяет яркость (оттенок серой шкалы) соответствующего пиксела на окончательном двумерном изображении

# Компьютерный томограф

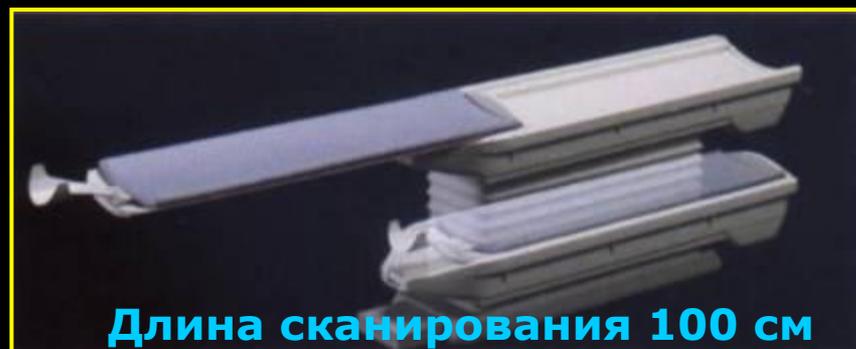
(ложемент и гентри с вариантами наклона)



# Спиральный КТ



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



Длина сканирования 100 см



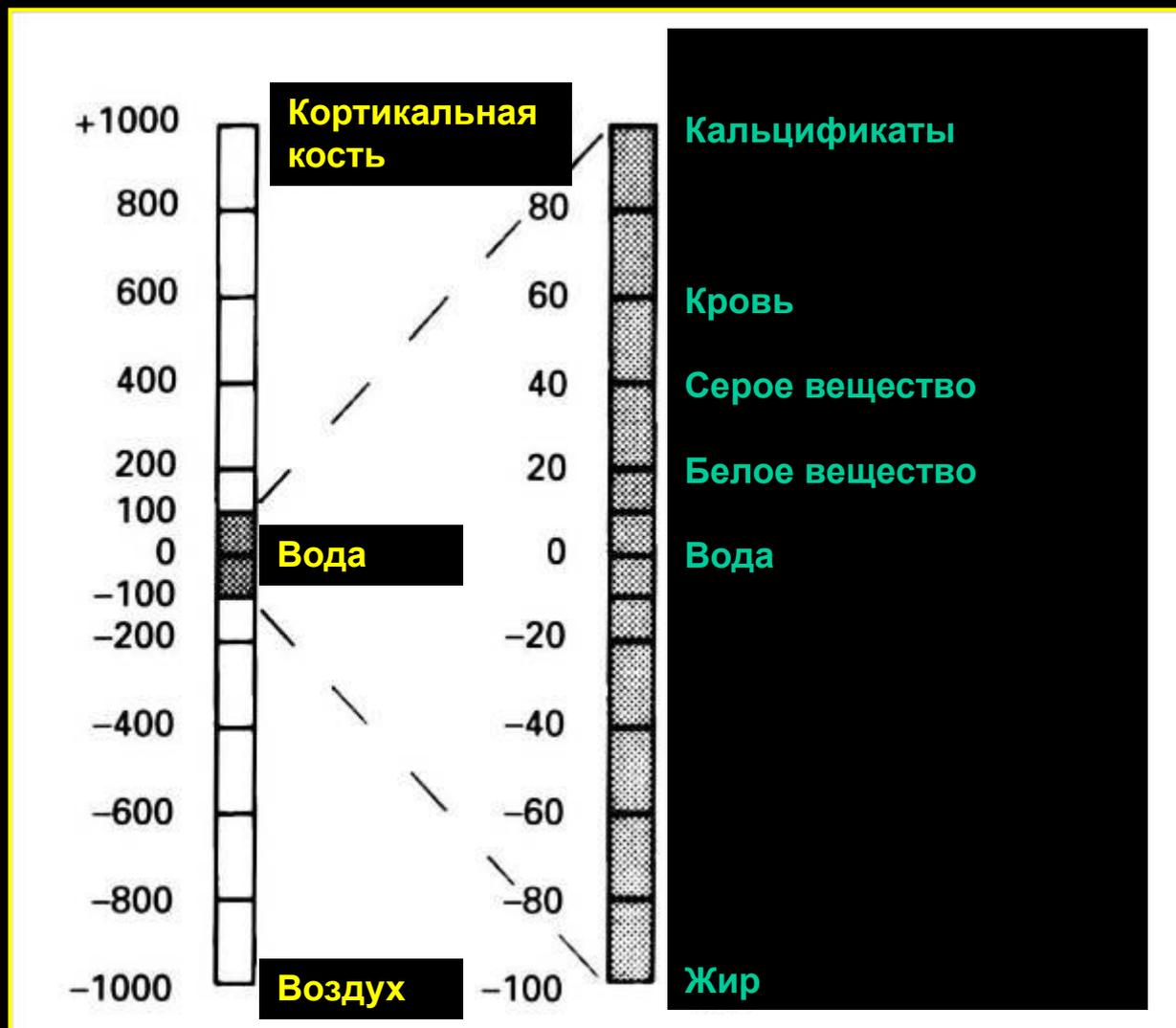




# Шкала Хаунсфилда

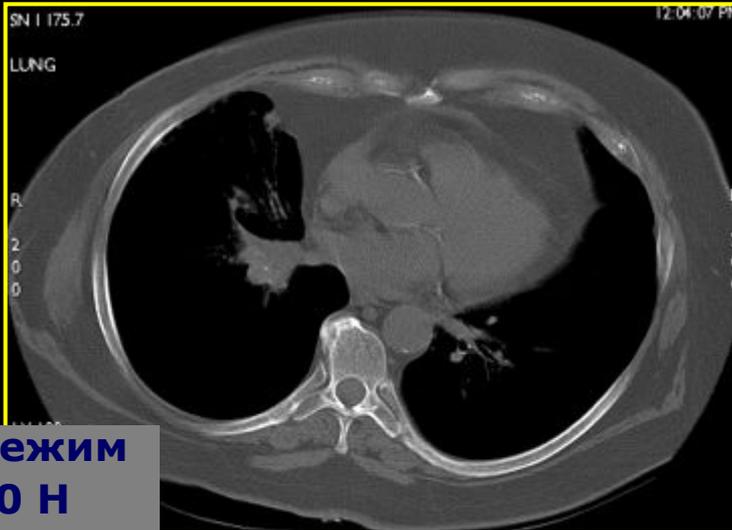
- При томографировании тела пациента создается карта *рентгеновских коэффициентов поглощения*, которые выражаются в единицах *Hounsfield (HU)*, названных так по имени изобретателя метода, где 0 HU соответствует уровню поглощения дистиллированной ВОДЫ, а минус 1000 HU - сухого воздуха. Коэффициент поглощения 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

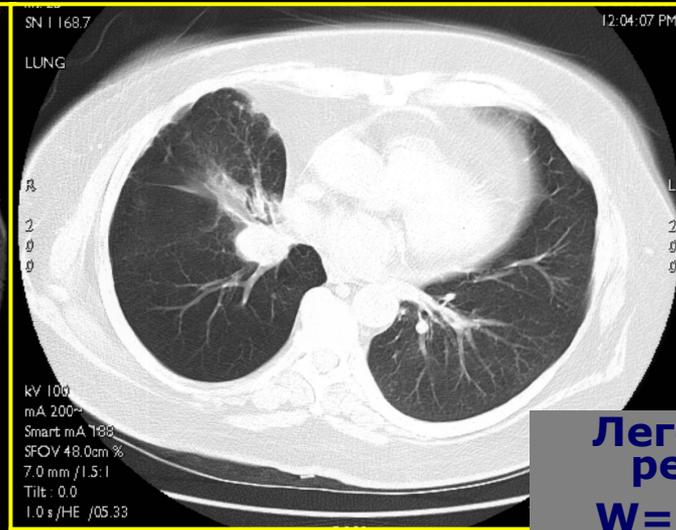


# Различные уровни «окна»

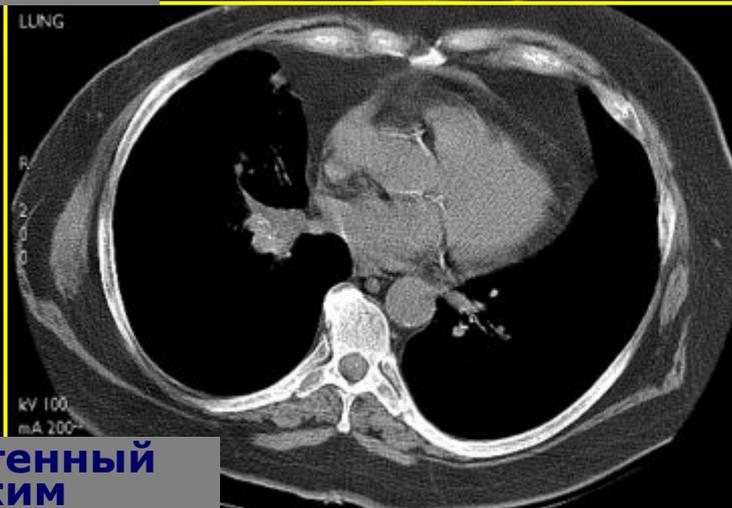
Отображаемый на экране диапазон шкалы Хаунсфилда



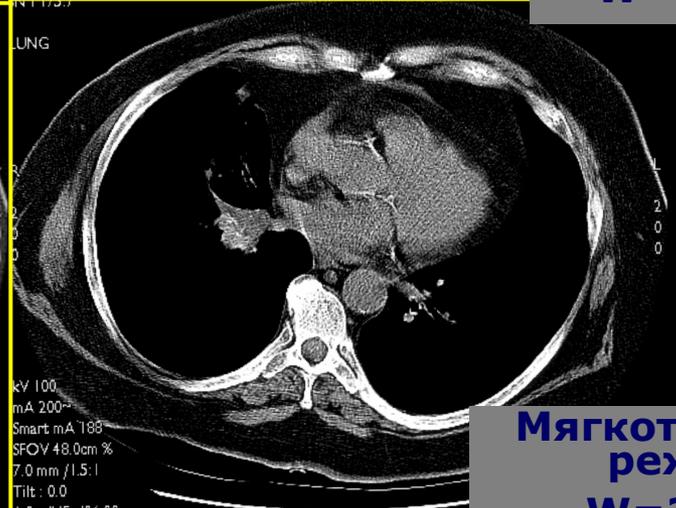
**Костный режим**  
**W=2000 H**



**Легочный режим**  
**W=1400 H**



**Средостенный режим**  
**W=500 H**

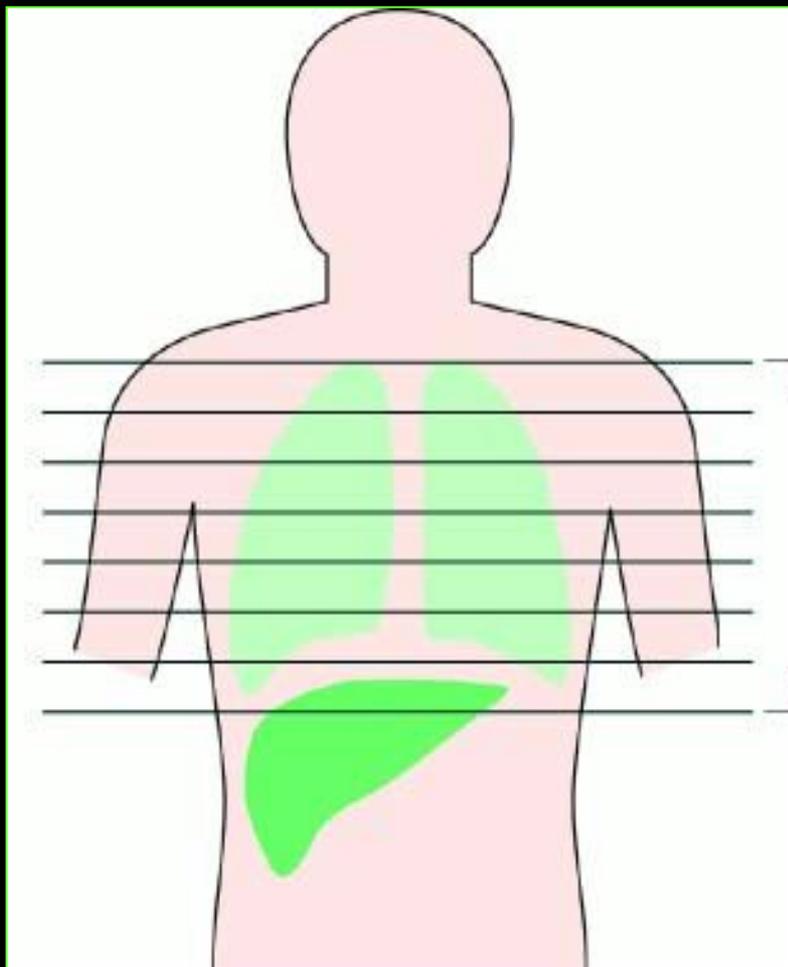


**Мягкотканый режим**  
**W=300 H**

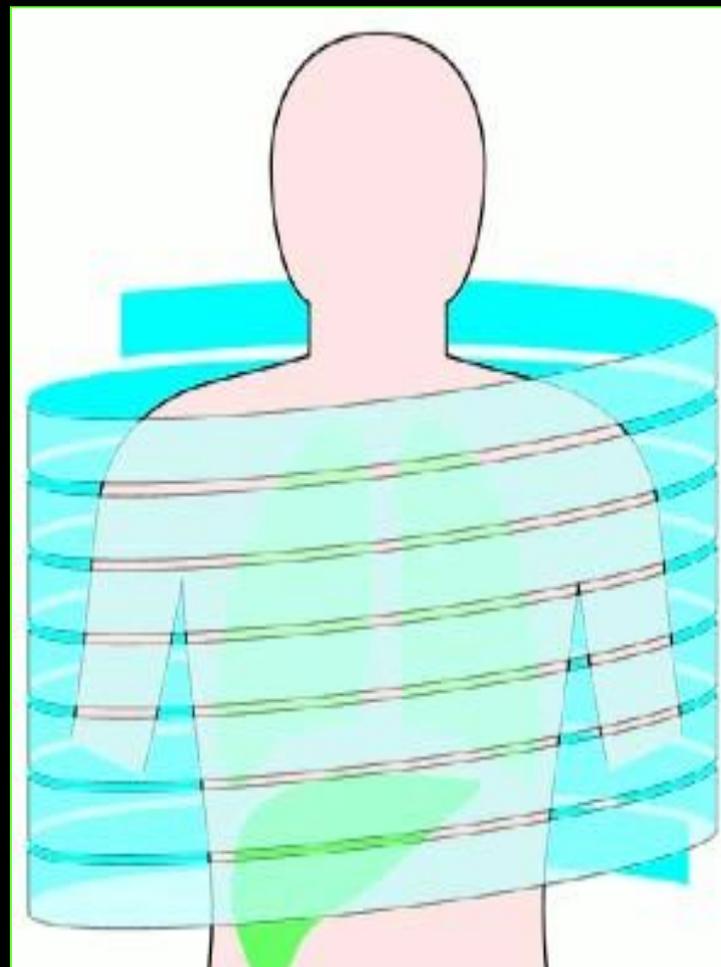
# Рентгеновская компьютерная томография

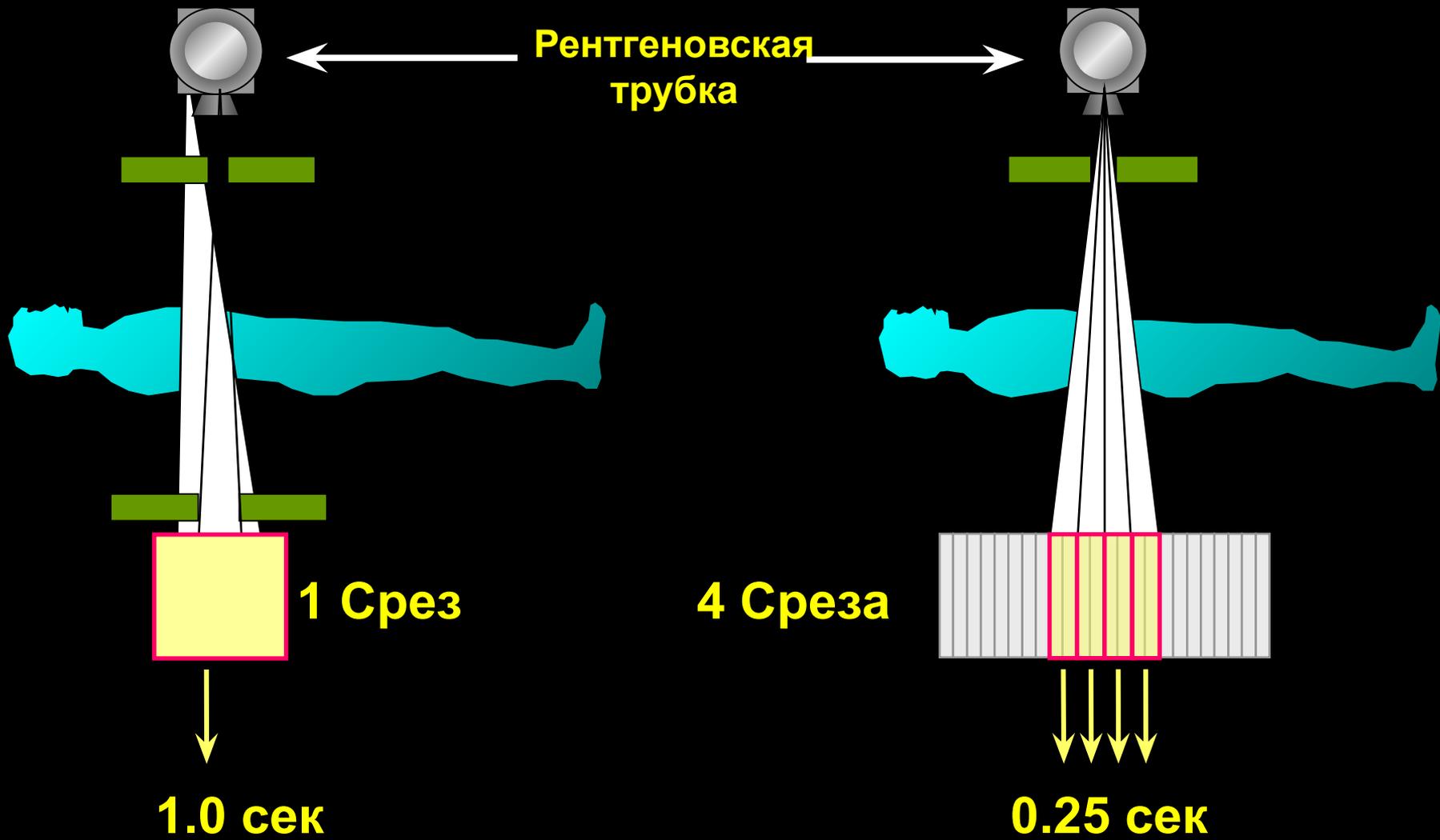
- Пошаговая (КТ)
- Спиральная (СКТ)
- Мультиспиральная (МСКТ)
- *Электронно-оптическая КТ*

## Пошаговая КТ



## Спиральная КТ

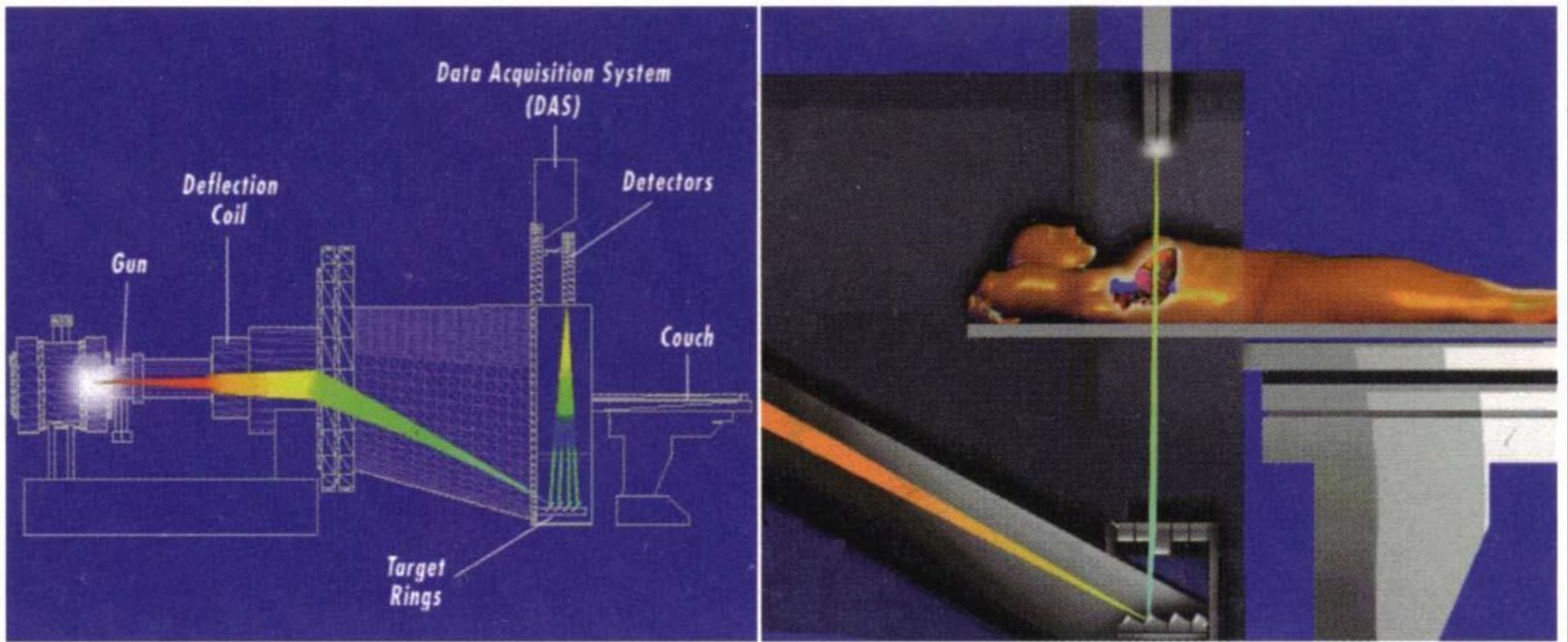








# Электронно-оптическая компьютерная томография



# 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 инъектора 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

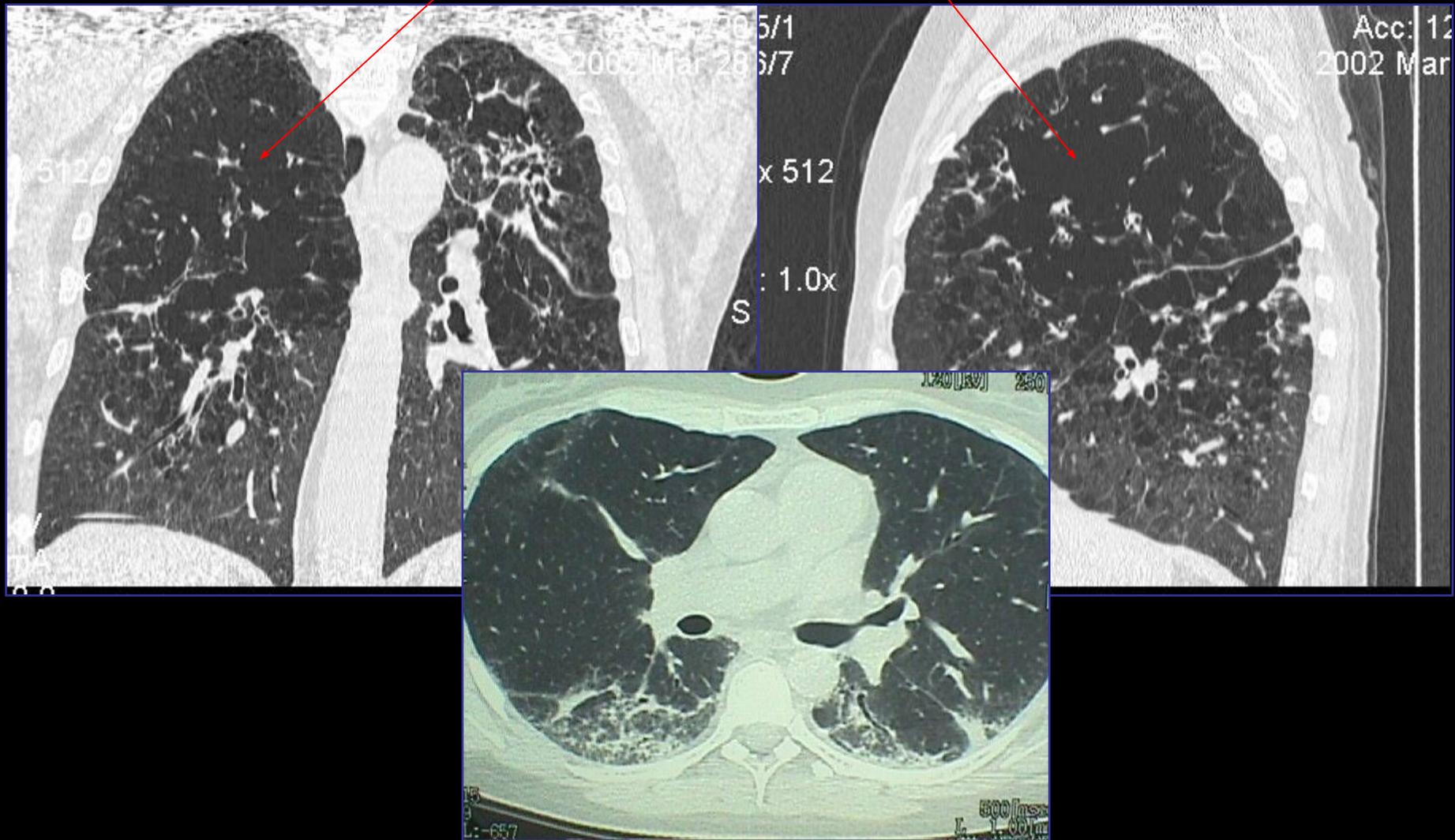
# Мультипланарная реконструкция из аксиальных томограмм



# МСКТ

одинаковое пространственное разрешение в 3 плоскостях

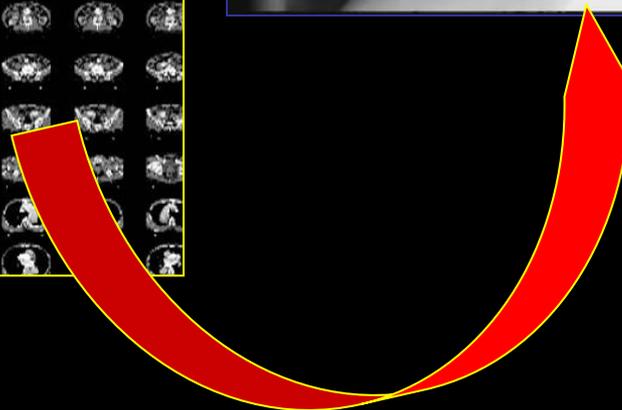
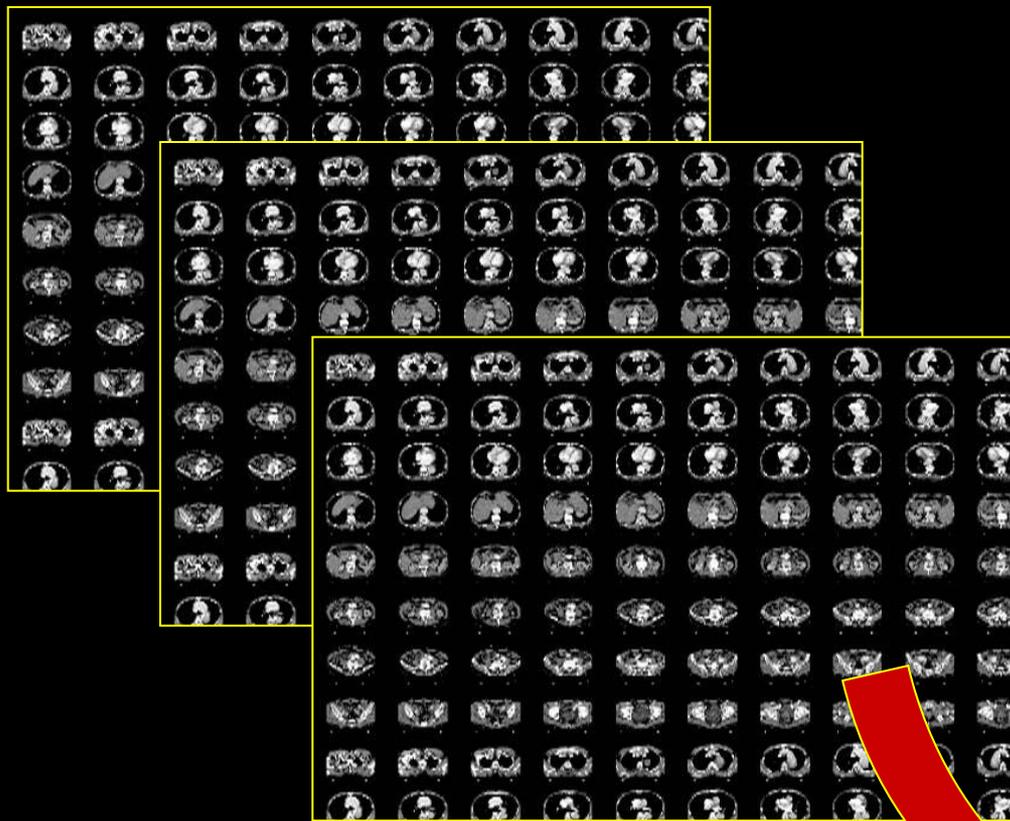
Деструкция легочной ткани



# Мультиспиральная КТ

с построением трехмерных изображений

600 срезов по 1 мм



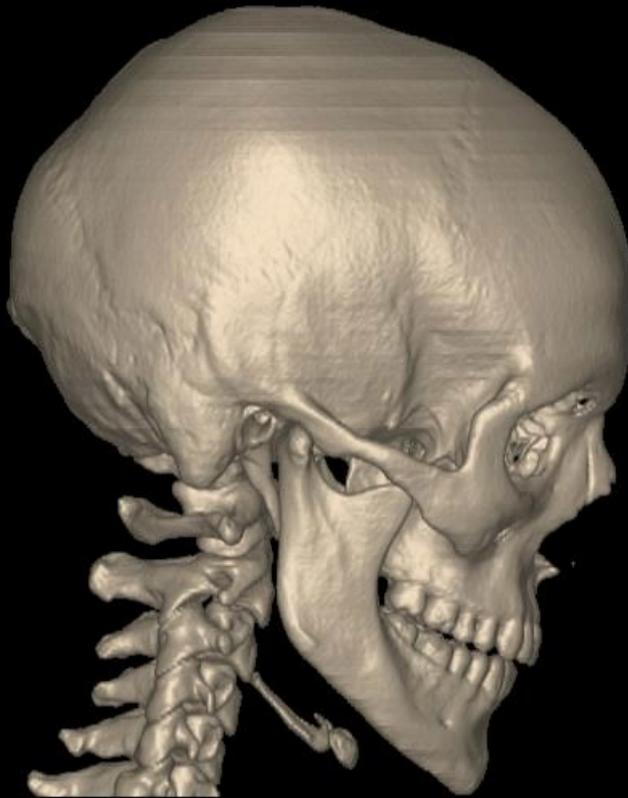
# 3D реконструкция

## Кости черепа



# Кости черепа (норма)

реконструкция



scull.1



FSV.18:39.1

# Рентгеноконтрастные препараты

## 1. Ионные

*Верографин*

*Урографин*

## 2. Неионные (мономеры)

*Ультравист*

*Омнипак*

## 3. Неионные (димеры)

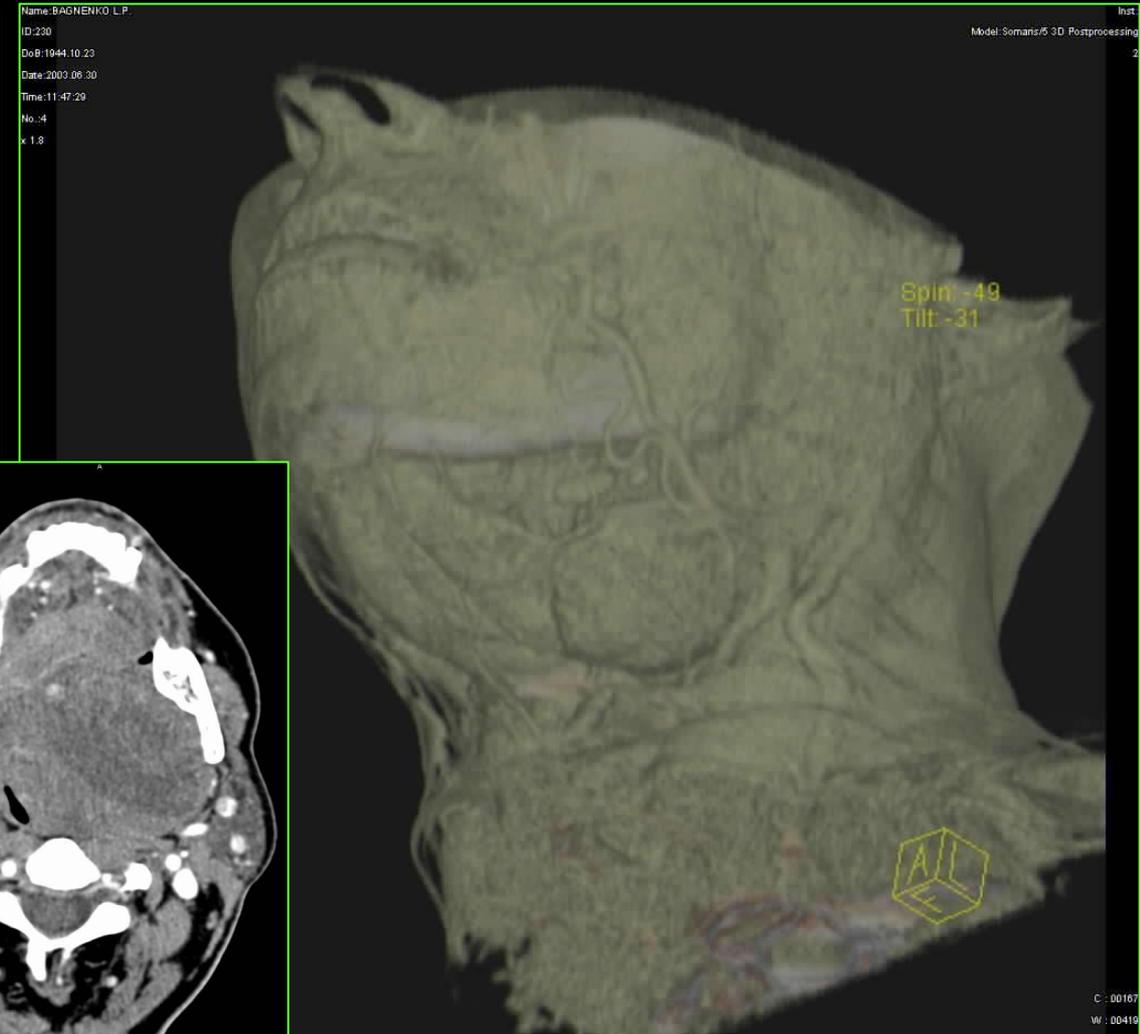
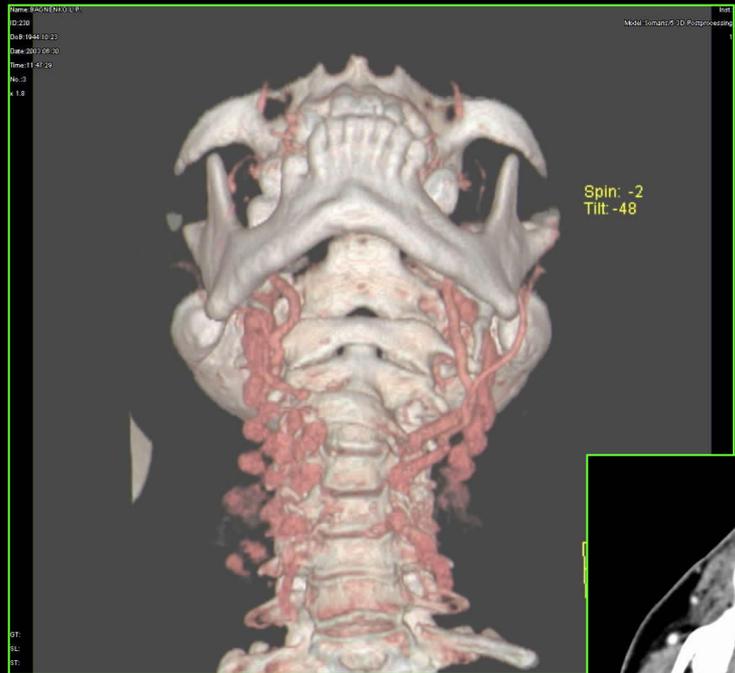
*Визипак*

*Изовист*

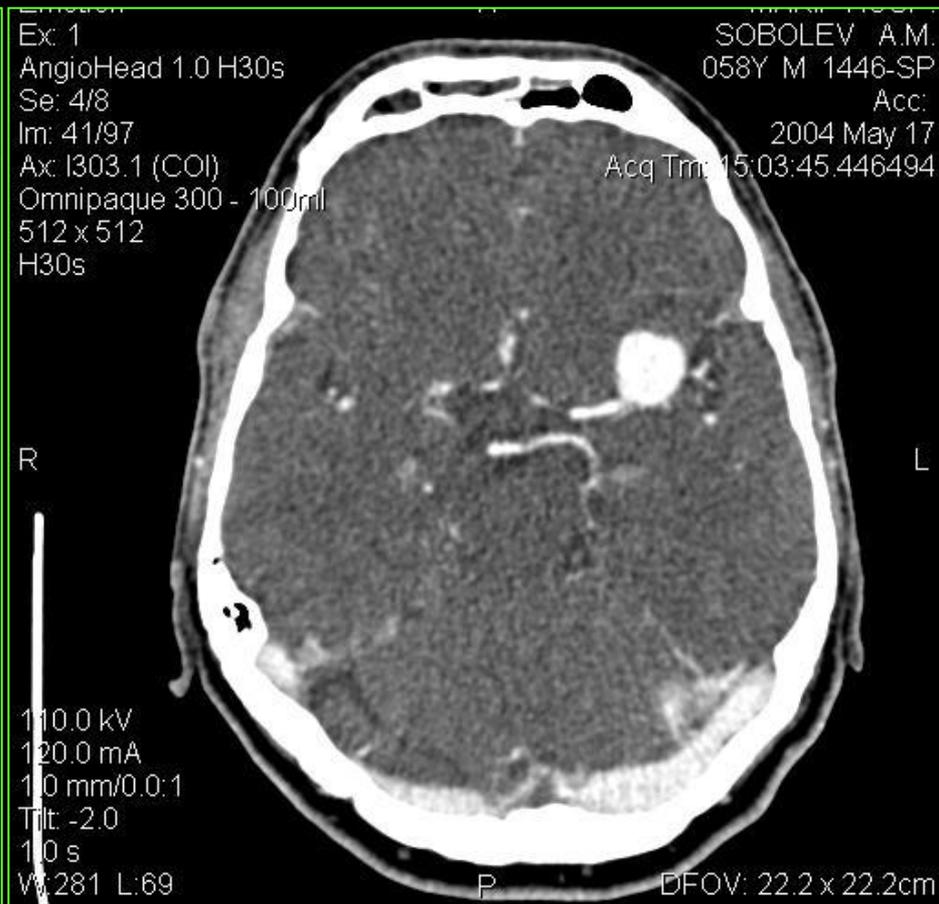
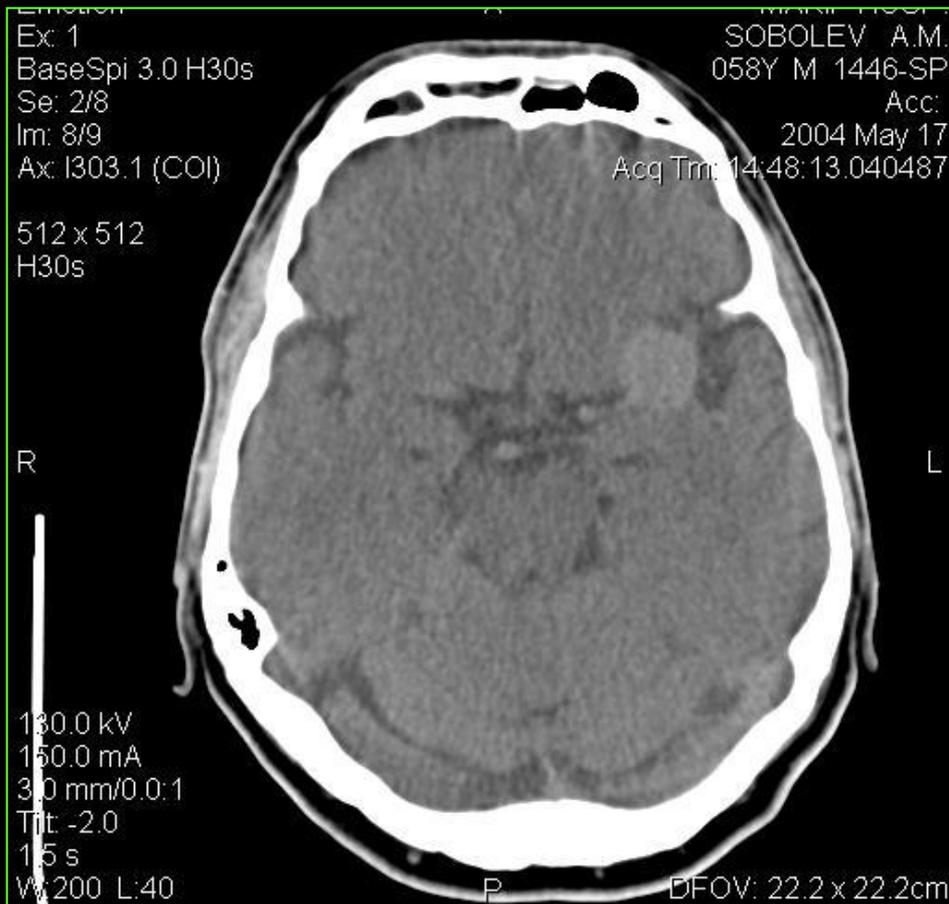
## Факторы риска при применении йодсодержащих КТТ:

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.*

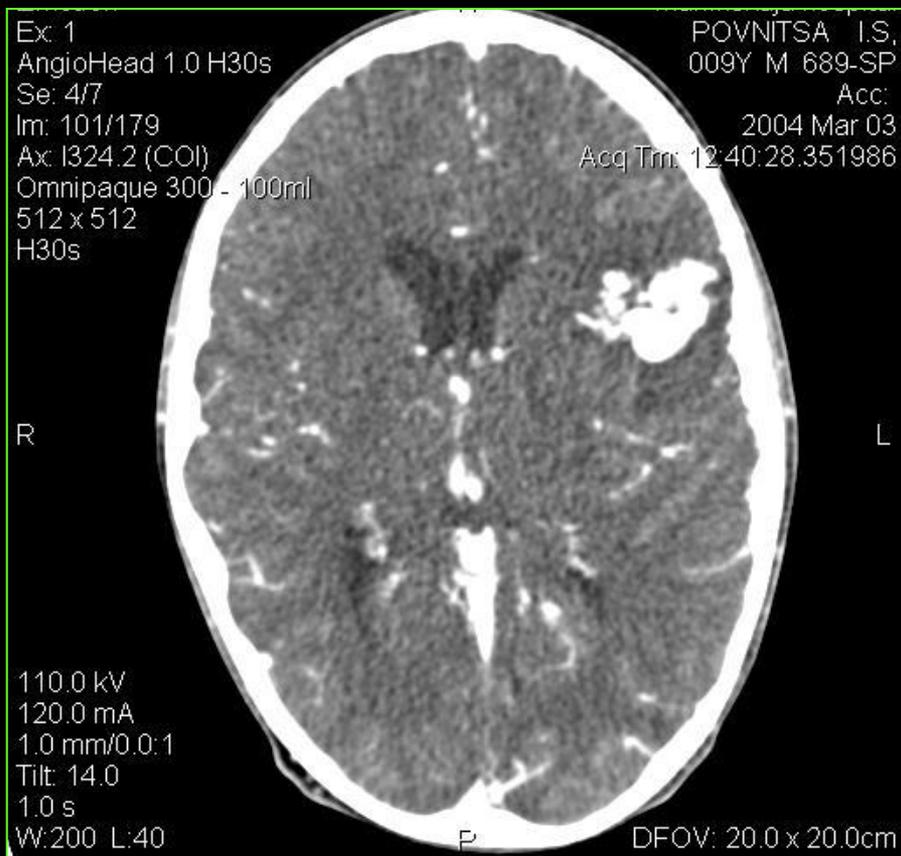
# Опухоль ротоглотки, исходящая из левой поднижнечелюстной слюнной железы



# Гигантская мешотчатая артериальная аневризма М1-М2 сегментов СМА слева



# Артериовенозная мальформация



## Артериовенозная мальформация

<VRT Collection>

Se: 503/7

Im: 1/1

: -1.0

Omnipaque 300 - 100ml

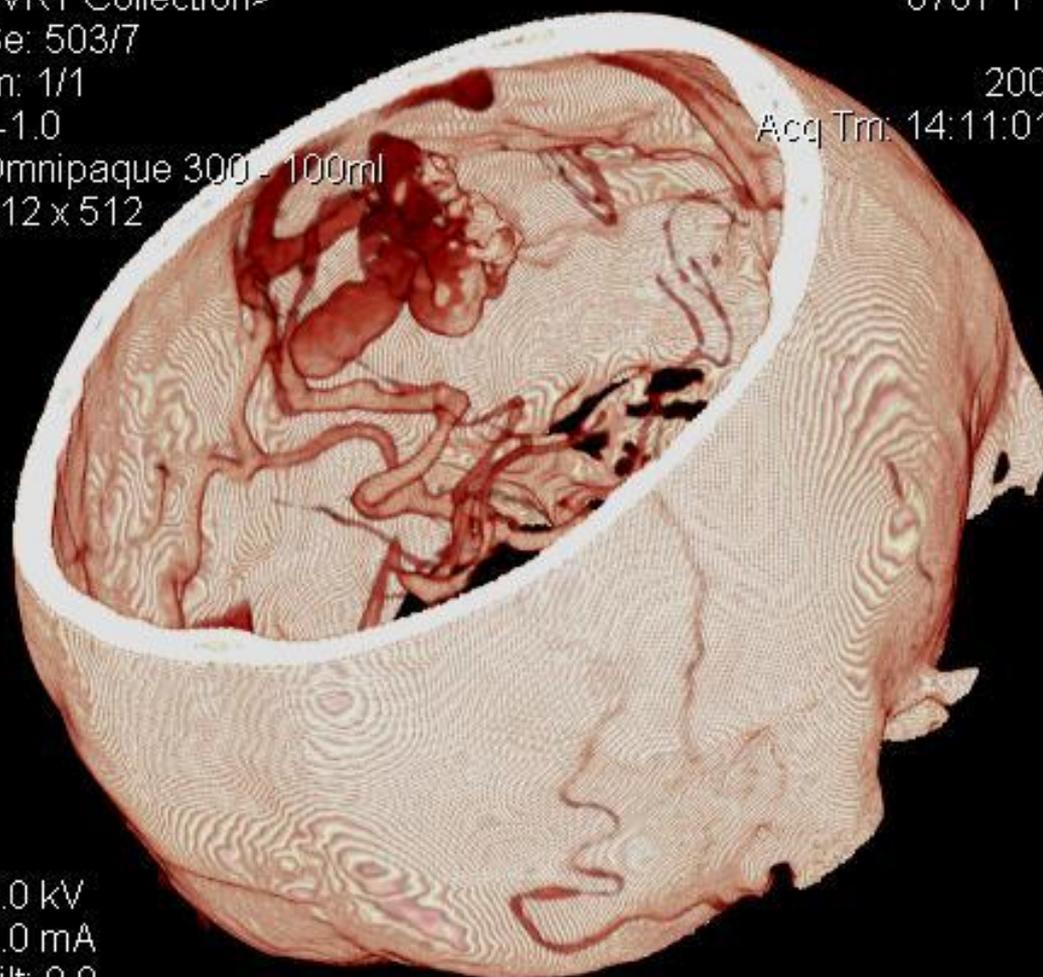
512 x 512

076Y F 90 TAR.

Acc:

2004 Jan 14

Acq Tm: 14:11:01.057502



0.0 kV

0.0 mA

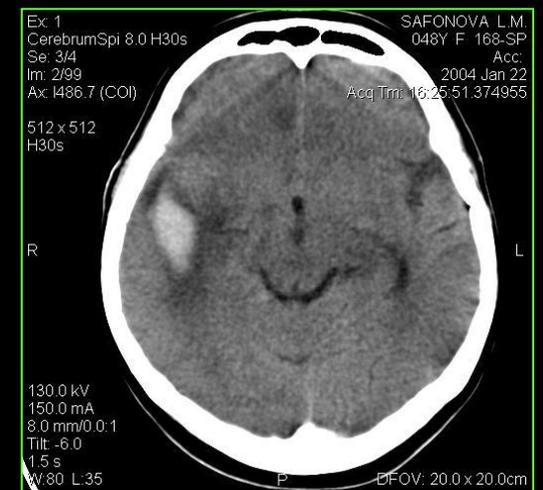
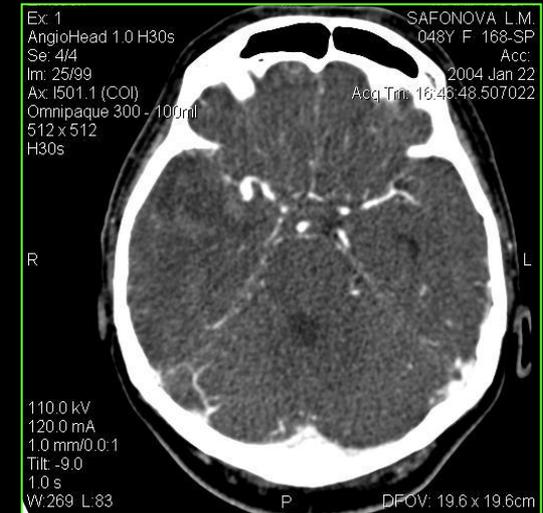
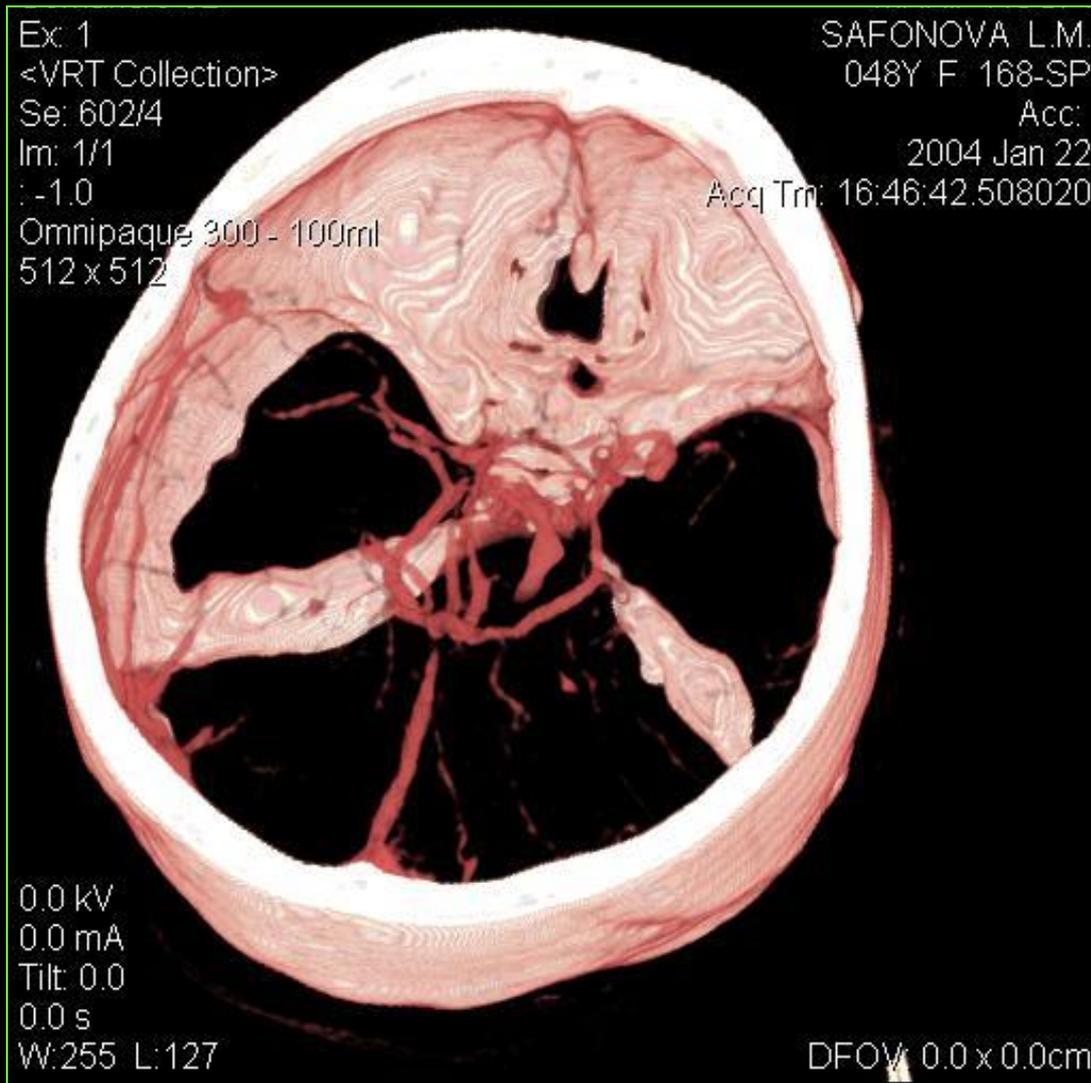
Tilt: 0.0

0.0 s

W:195 L:180

DFOV: 0.0 x 0.0cm

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



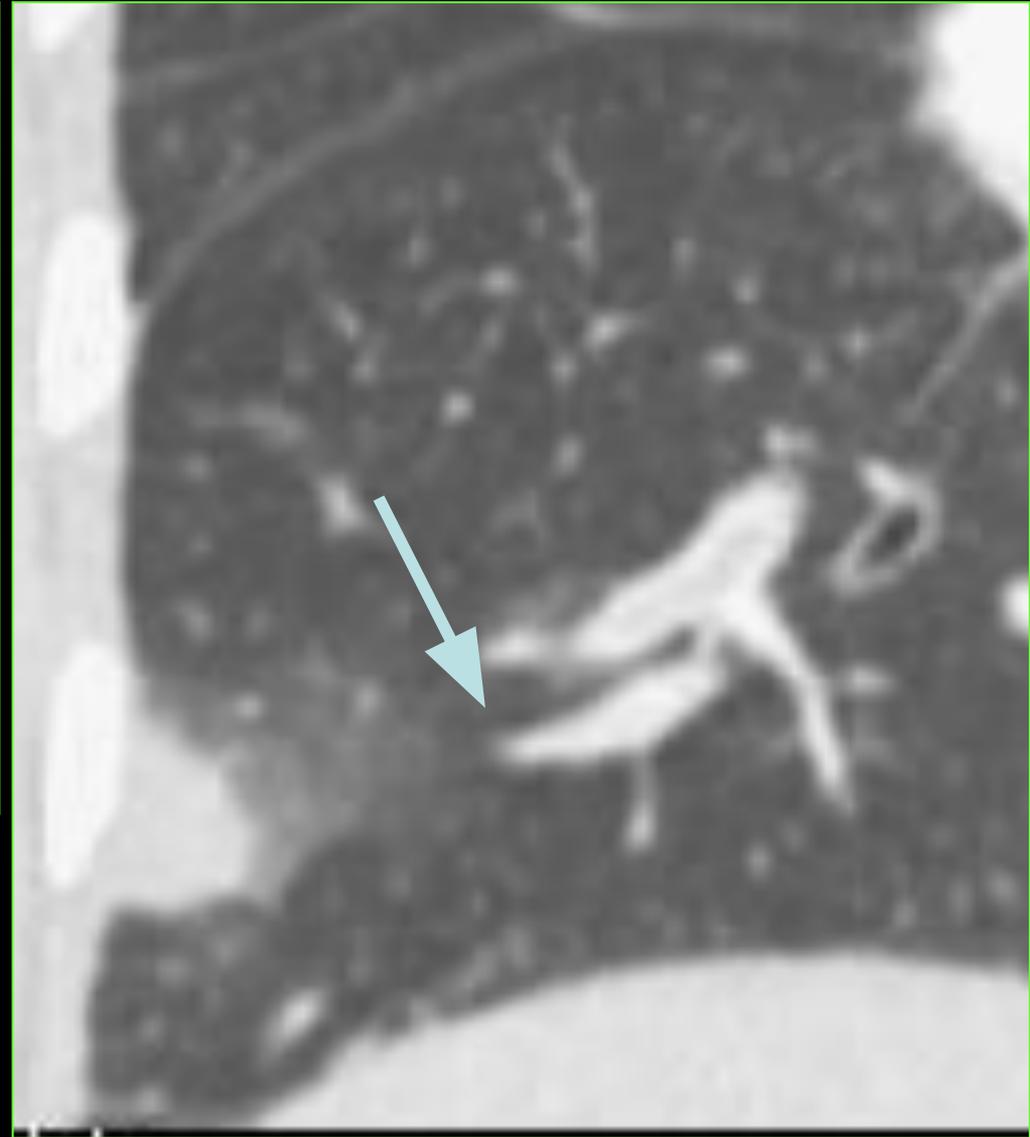
# Основные показания для проведения МСКТ-ангиографии

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

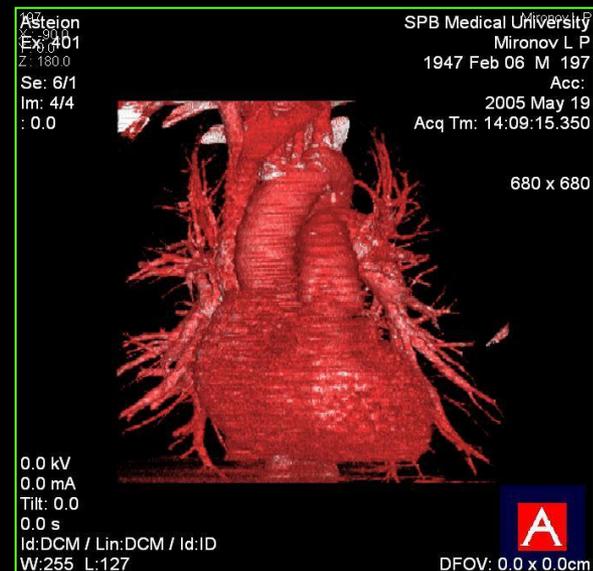
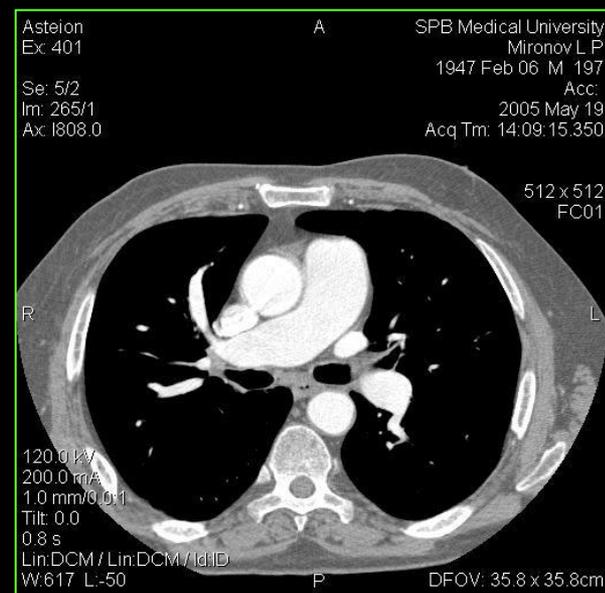
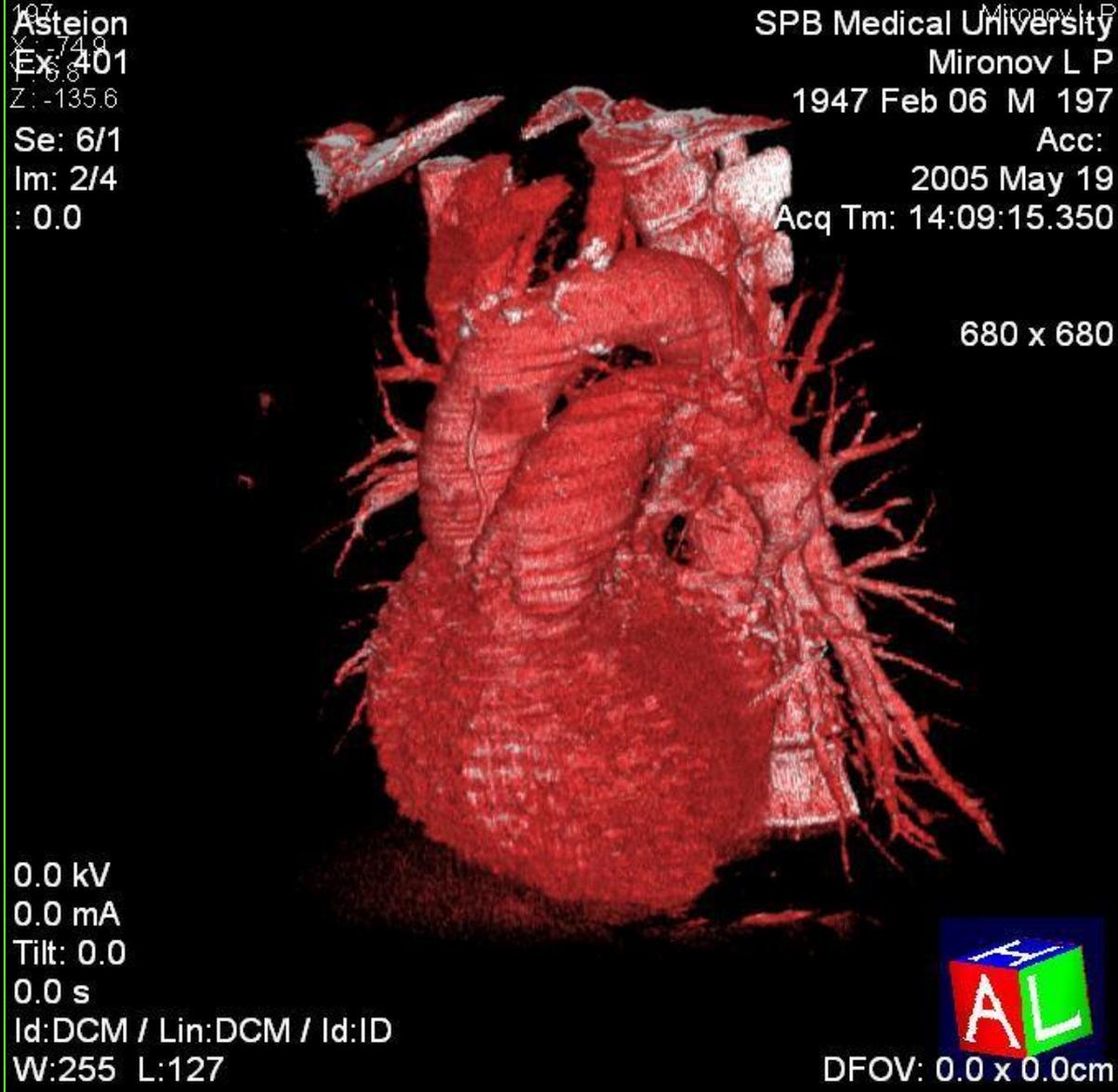
# Тромбоэмболия легочной артерии



# Тромбоэмболия легочной артерии



# Легочная гипертензия



# Аневризма восходящего отдела грудной аорты

165  
X: -90.0  
Y: 0.0  
Z: 180.0  
Asteion  
Ex: 364  
C: CE  
Se: 6/7  
Im: 3/6  
: 0.0

SPB Medical University  
Antipov B A  
1946 Nov 20 M 165  
Acc:  
2005 May 14  
Acq Tm: 11:25:38.900



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

165  
X: -89.7  
Y: 0.0  
Z: -143.0  
Asteion  
Ex: 364  
C: CE  
Se: 6/7  
Im: 4/6  
: 0.0

SPB Medical University  
Antipov B A  
1946 Nov 20 M 165  
Acc:  
2005 May 14  
Acq Tm: 11:25:38.900



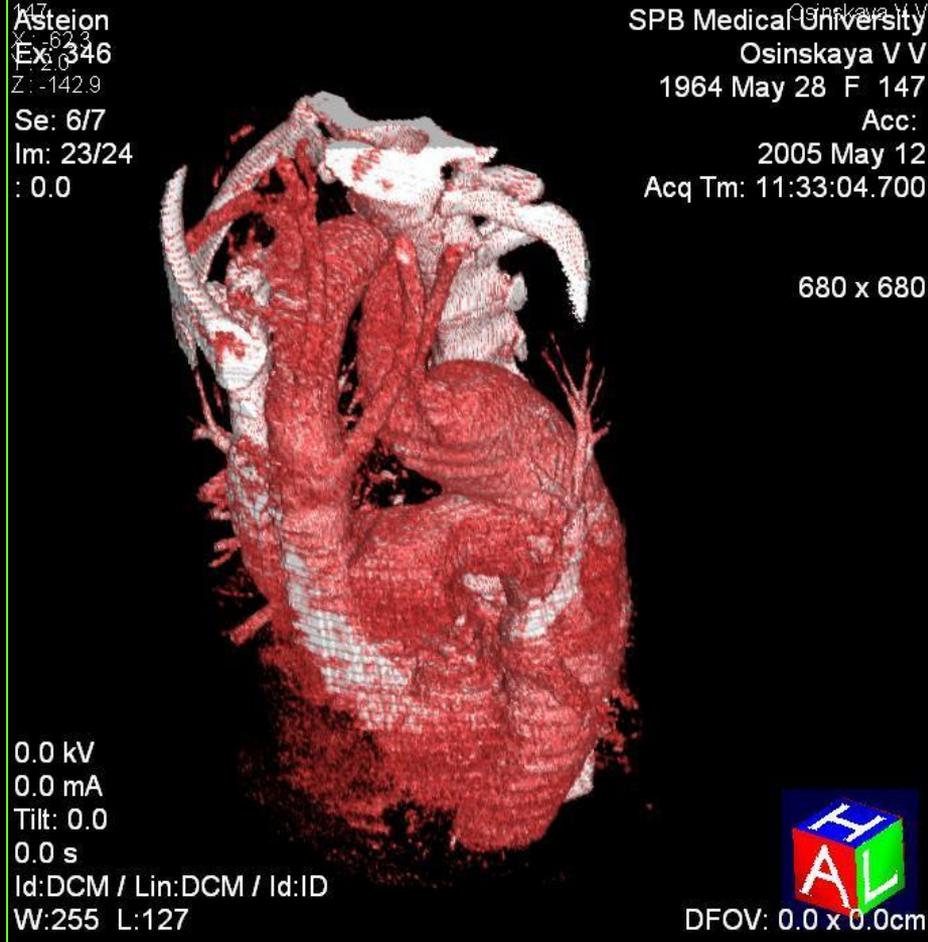
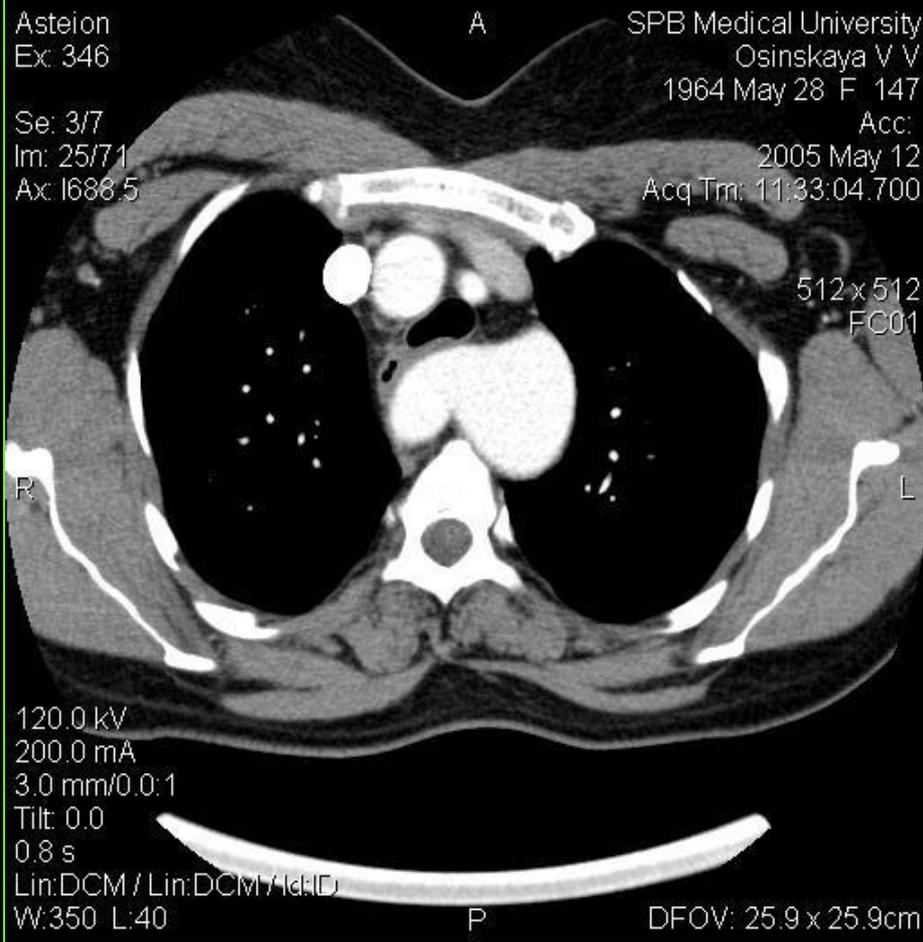
680 x 680

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

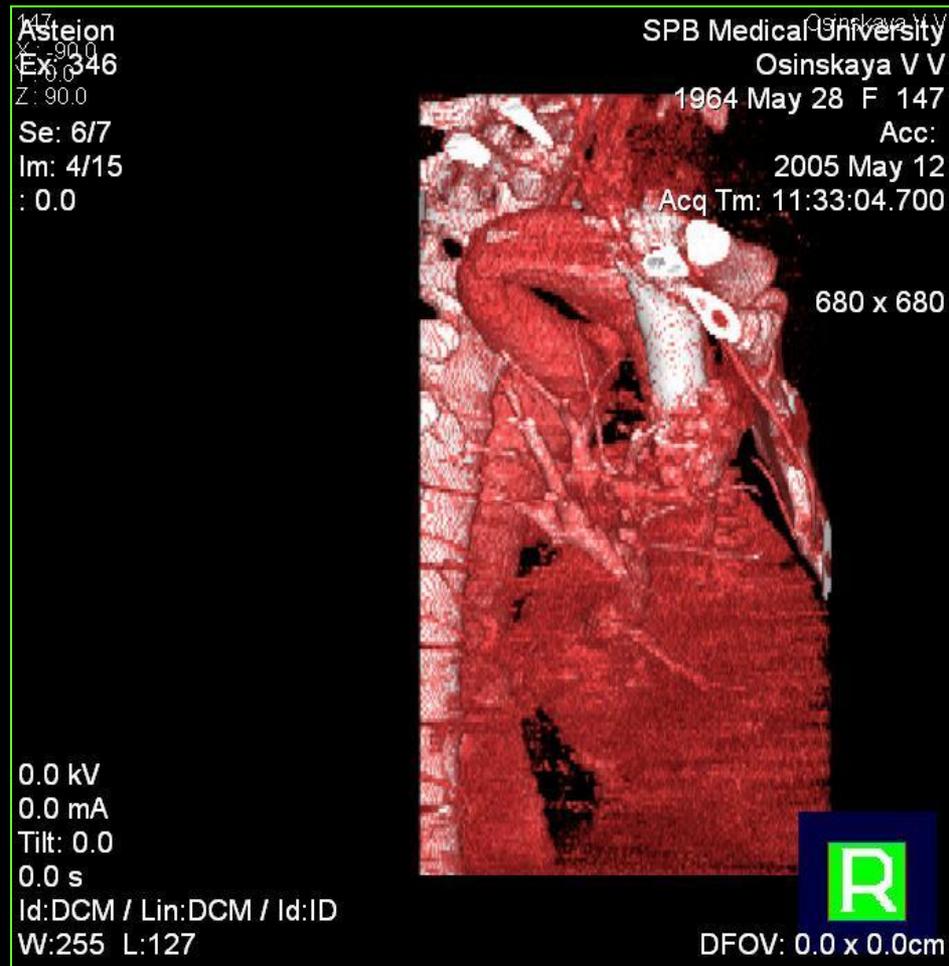
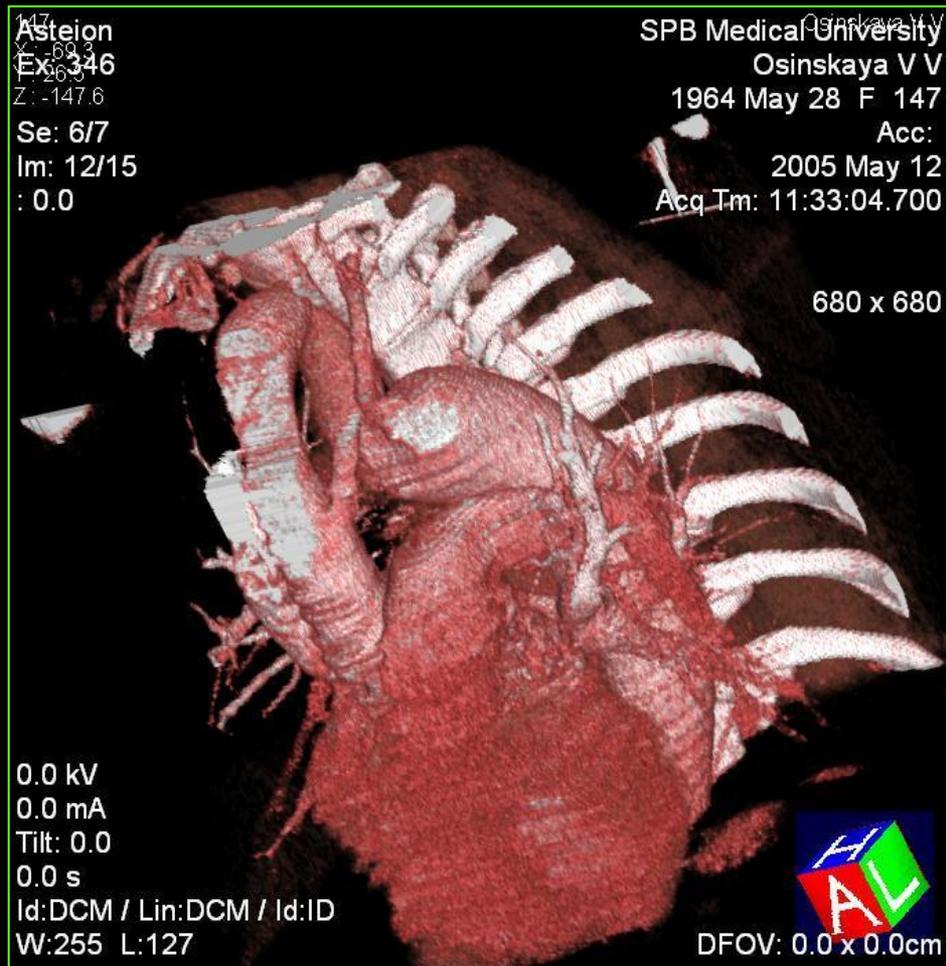


DFOV: 0.0 x 0.0cm

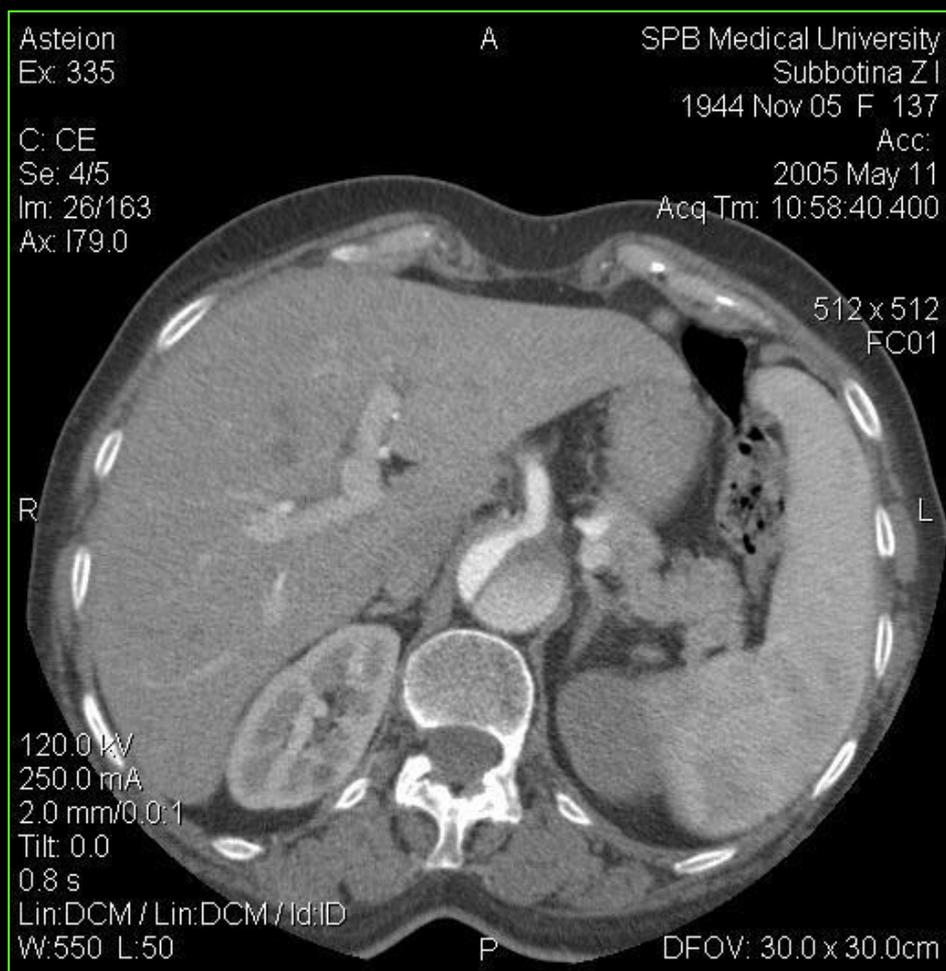
# Аномалия развития дуги аорты



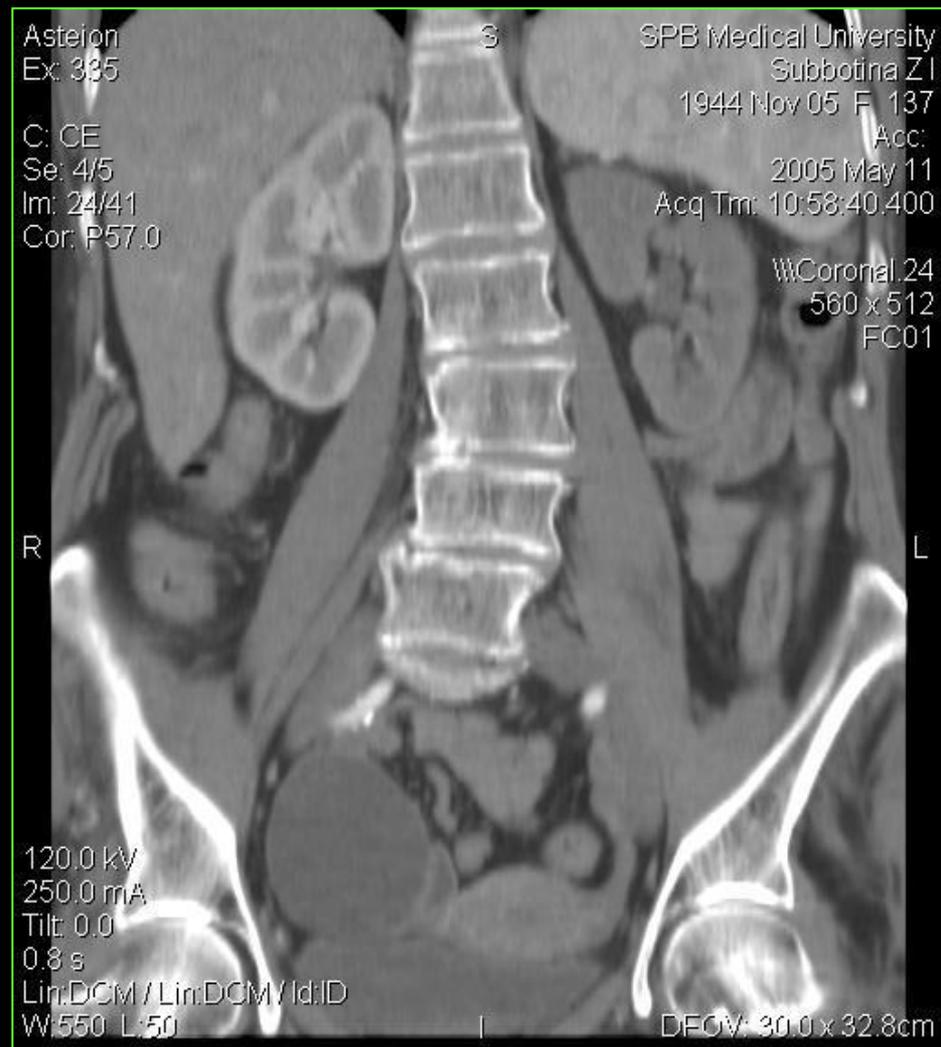
# Аномалия развития дуги аорты



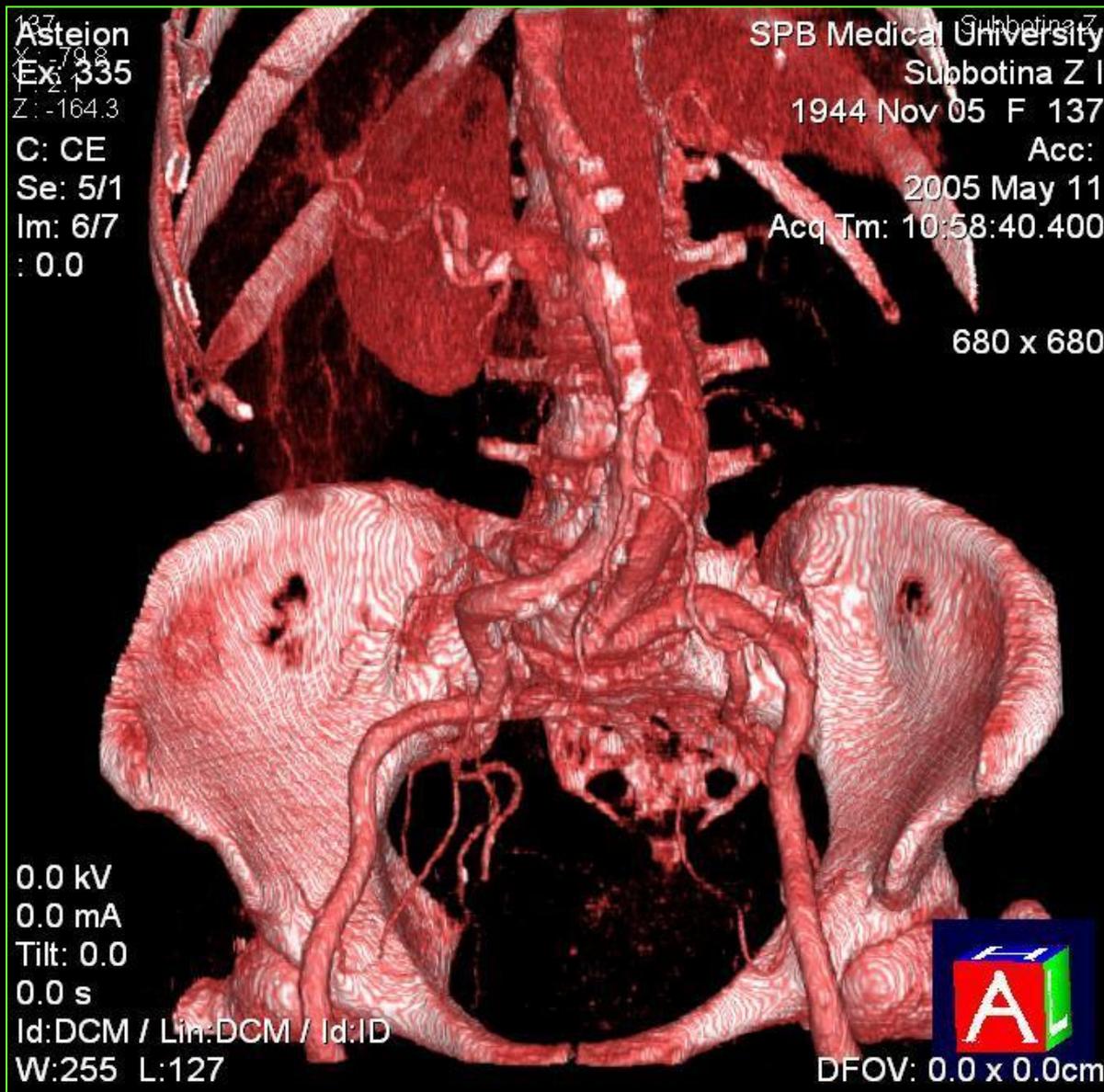
# Расслоение абдоминального отдела аорты



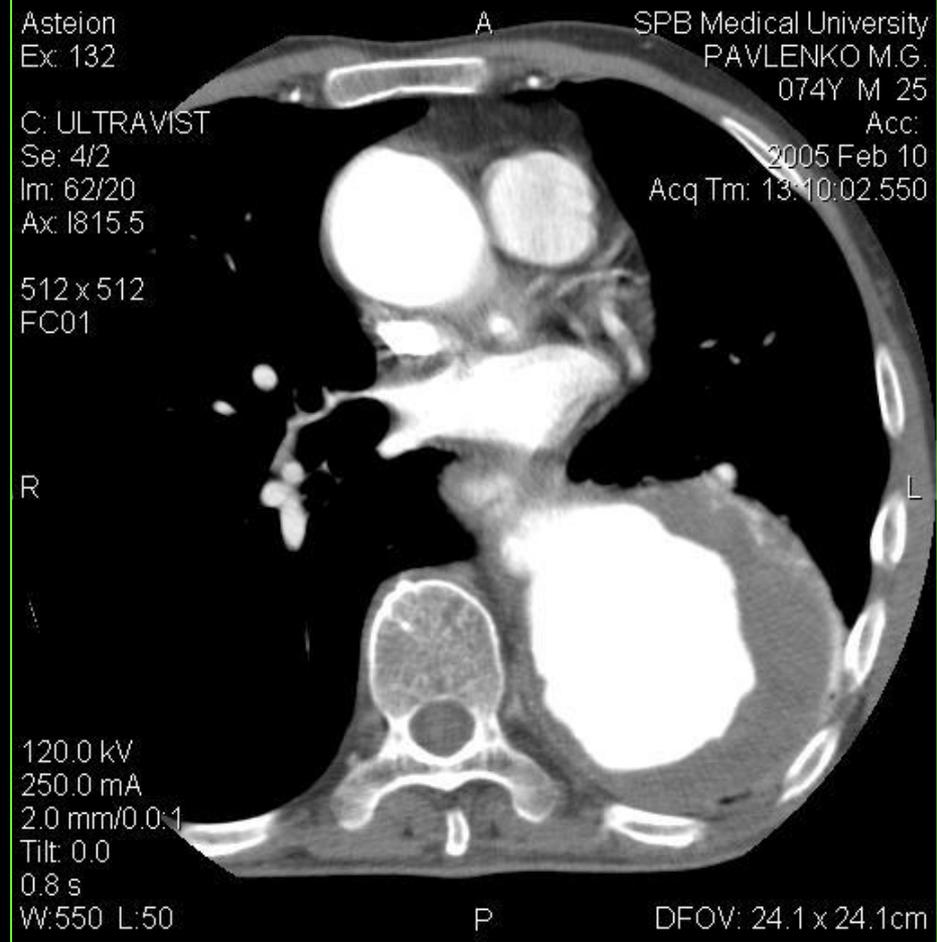
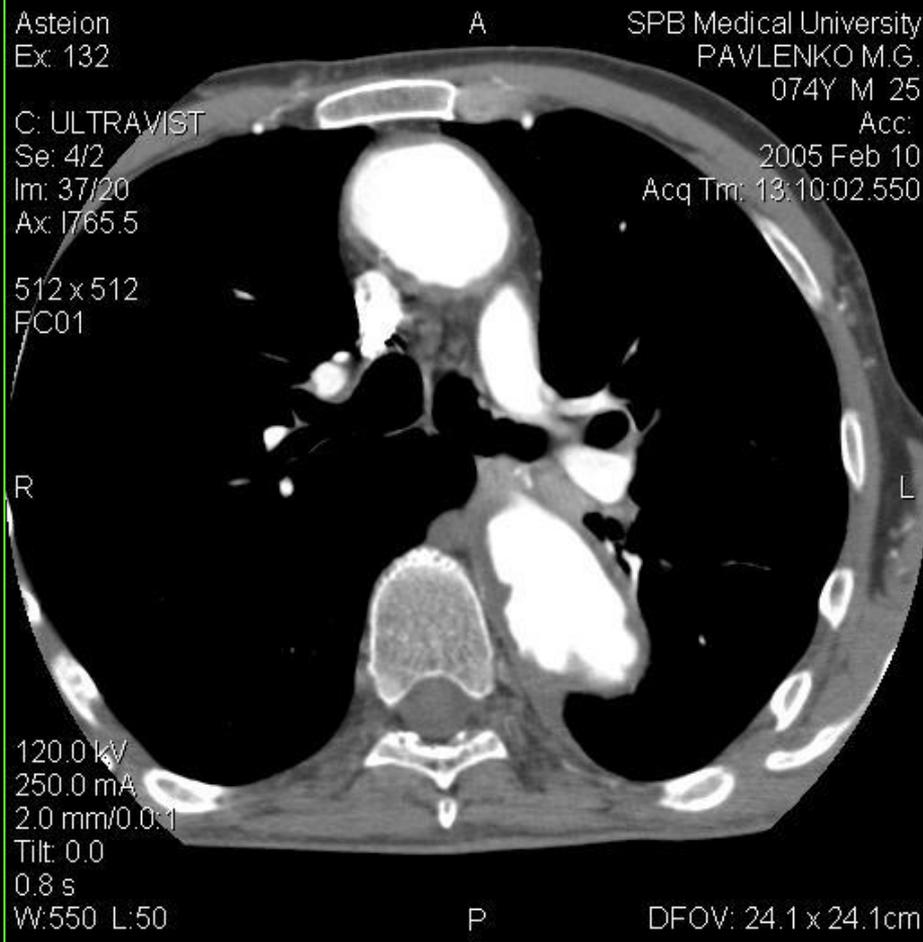
# Расслоение абдоминального отдела аорты



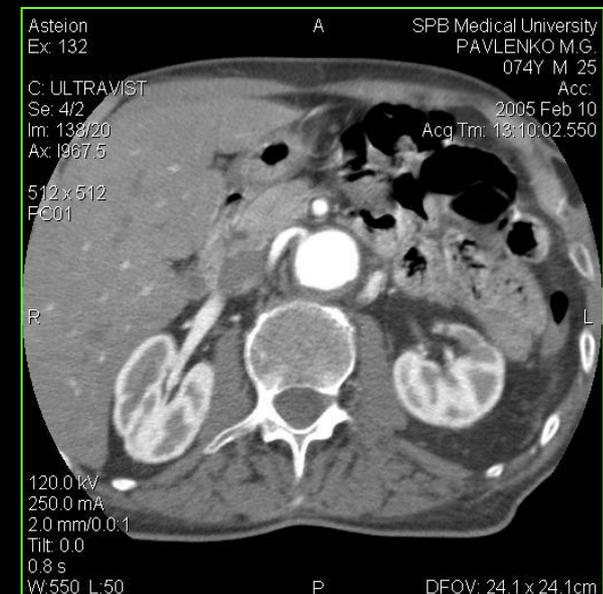
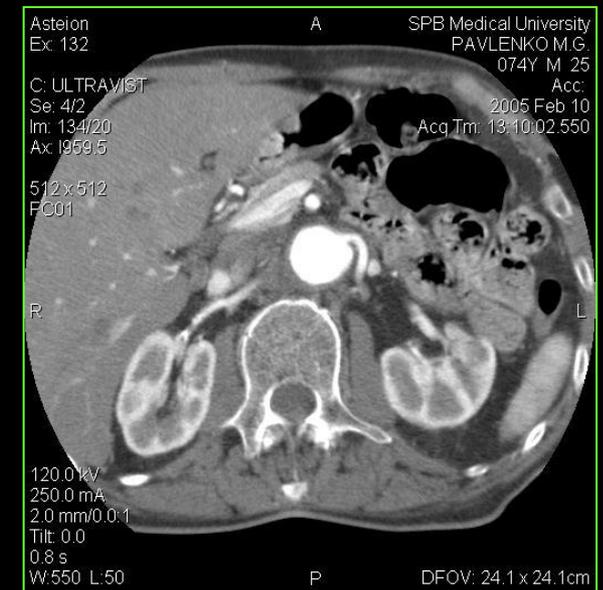
# Расслоение абдоминального отдела аорты



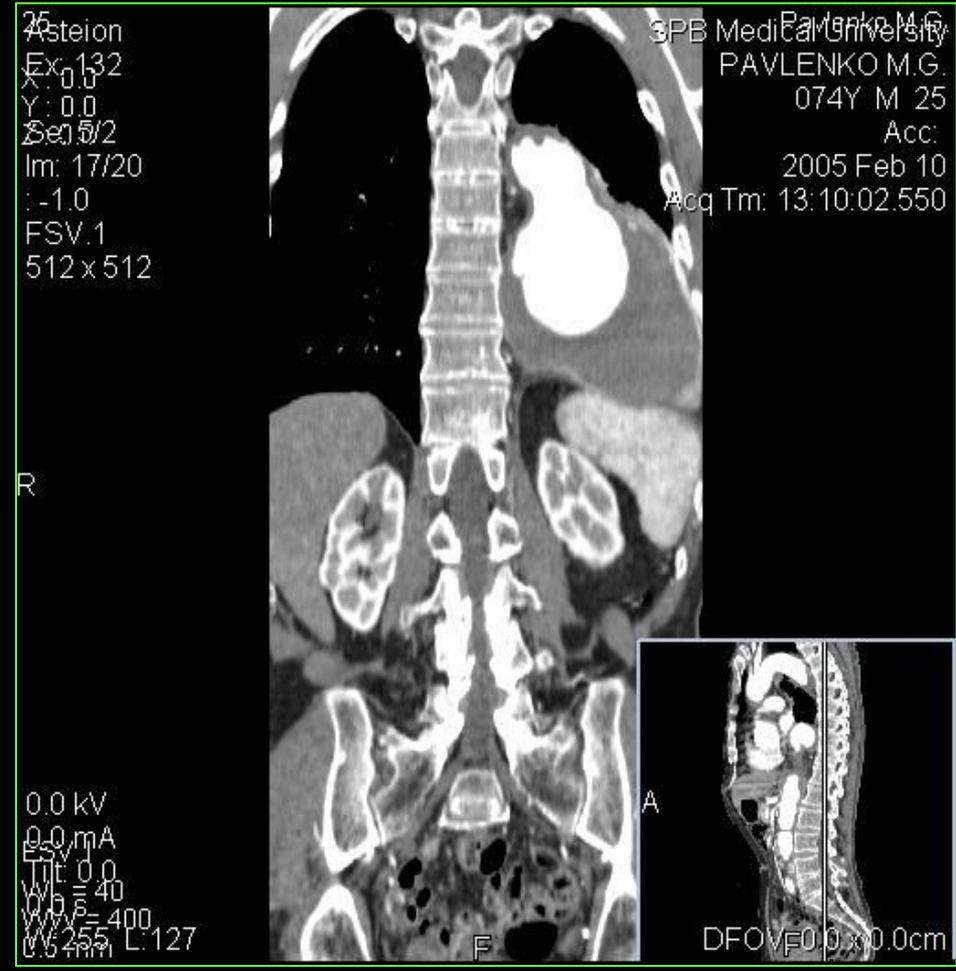
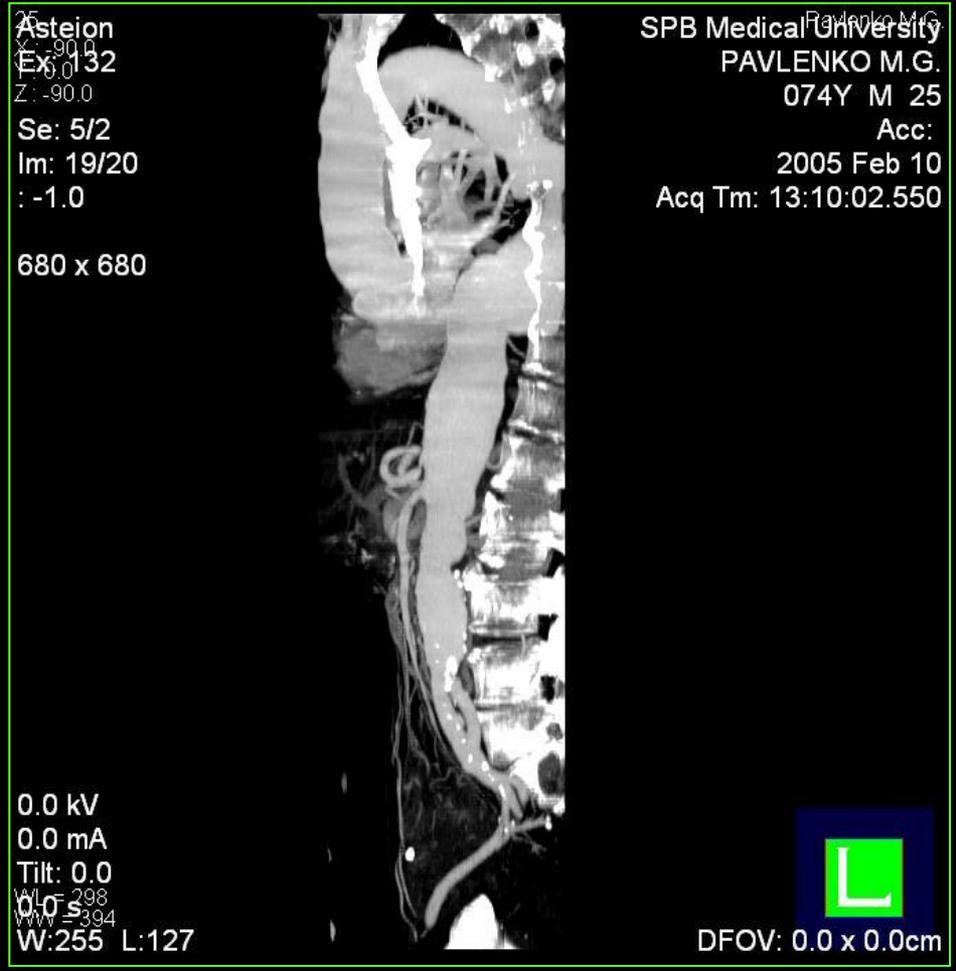
# Аневризма грудного и брюшного отделов аорты



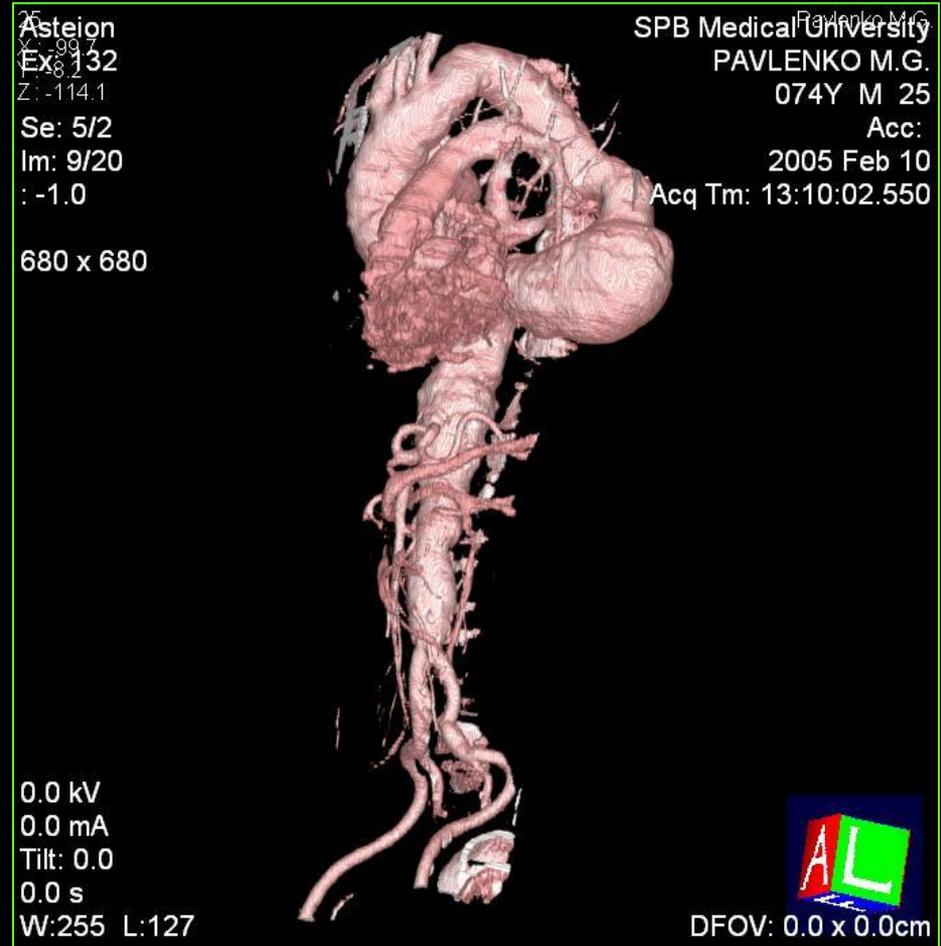
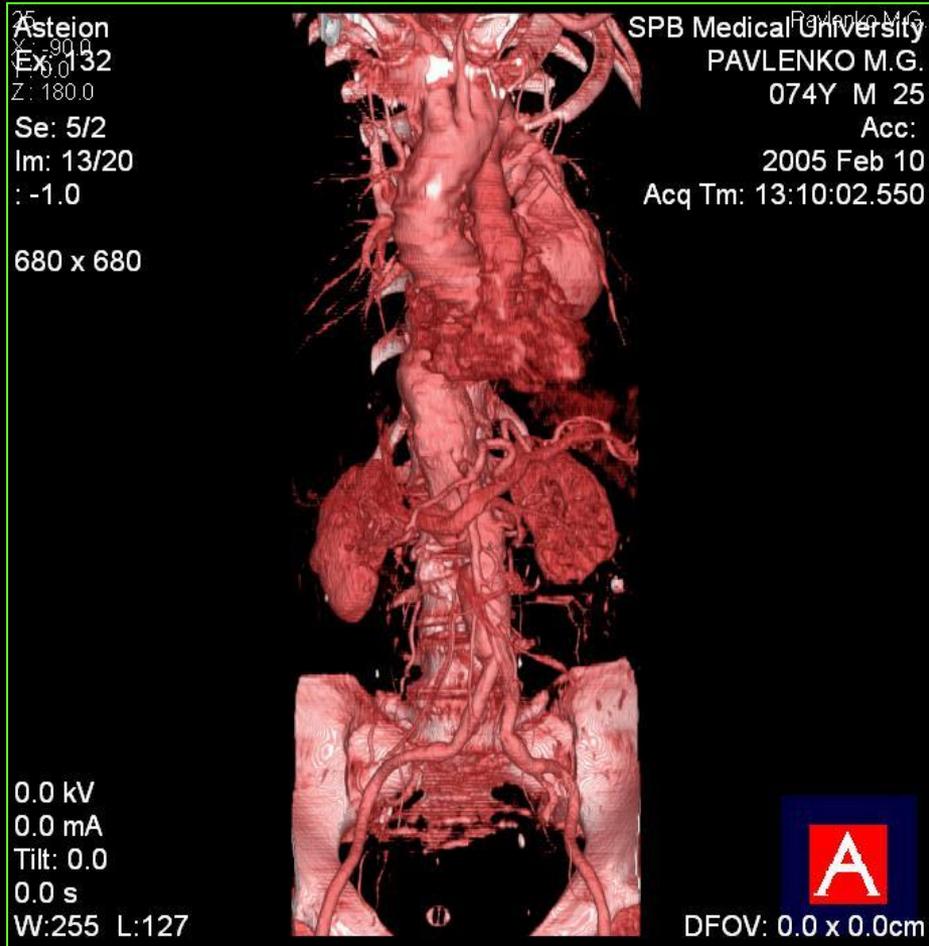
# Аневризма грудного и брюшного отделов аорты



# Аневризма грудного и брюшного отделов аорты



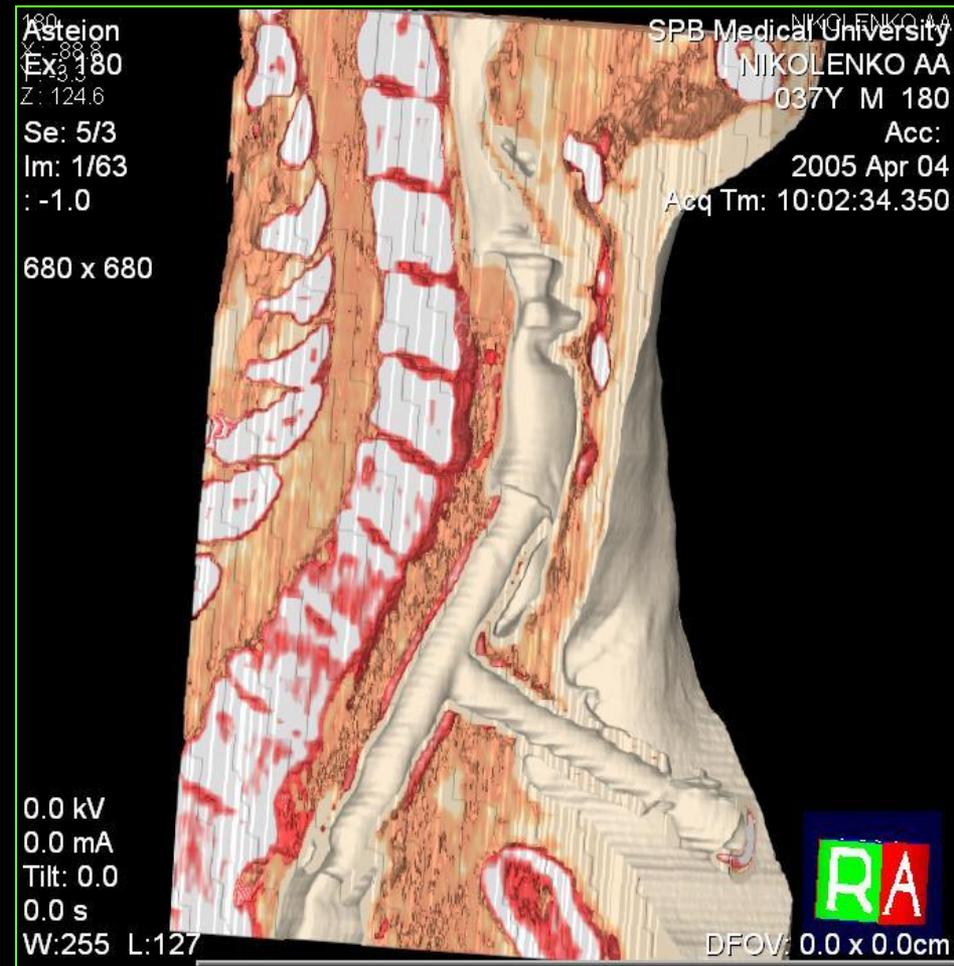
# Аневризма грудного и брюшного отделов аорты



sp: 7  
tilt: 63



# Разрыв трахеи с постановкой Т-образного стента

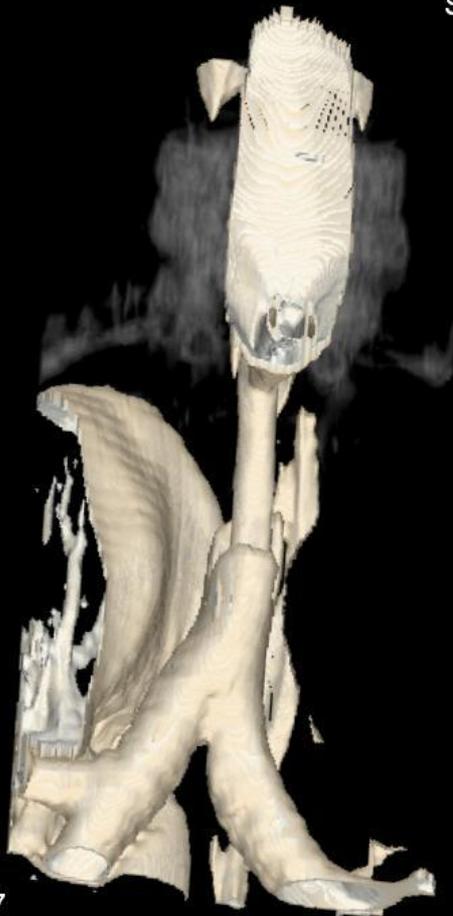


# Разрыв трахеи с постановкой Т-образного стента

Asteion  
Ex: 188  
Z: 175.2

Se: 3/1  
Im: 5/7  
: -1.0

680 x 680



0.0 kV  
0.0 mA  
Tilt: 0.0  
0.0 s  
W:255 L:127

SPB Medical University  
NIKOLENKO A A  
037Y M 3  
Acc:  
2005 Apr 06  
Acq Tm: 10:12:53.050



DFOV: 0.0 x 0.0cm

Asteion  
Ex: 188  
Z: 135.4

Se: 3/1  
Im: 1/7  
: -1.0

680 x 680



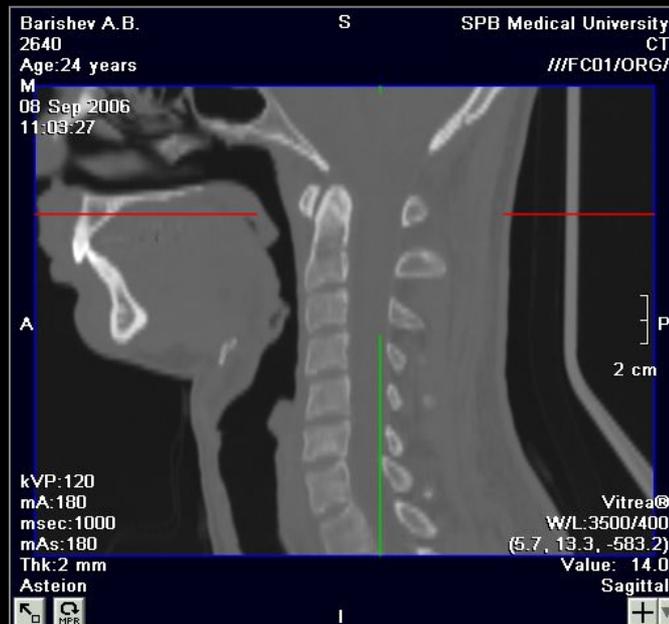
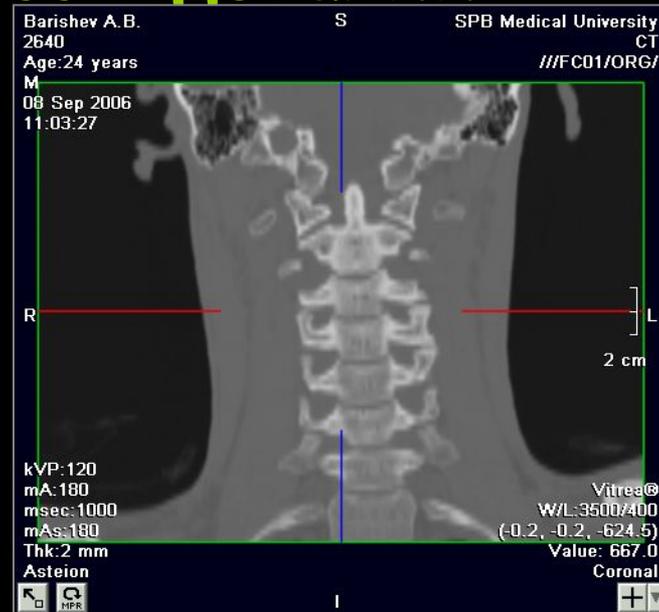
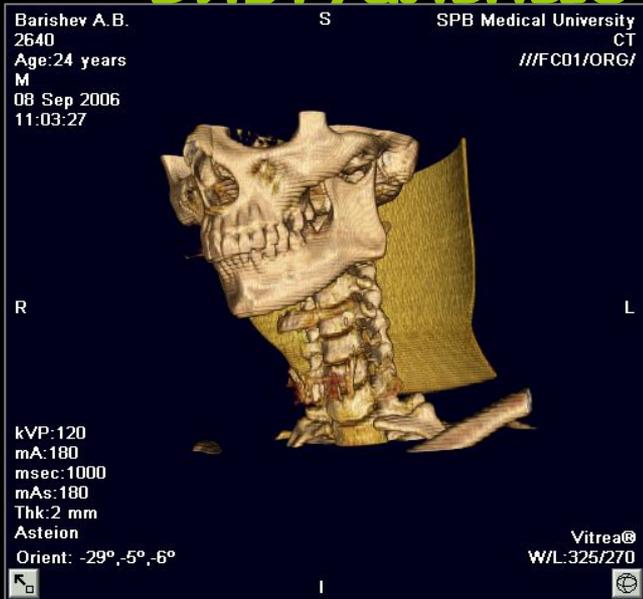
0.0 kV  
0.0 mA  
Tilt: 0.0  
0.0 s  
W:255 L:127

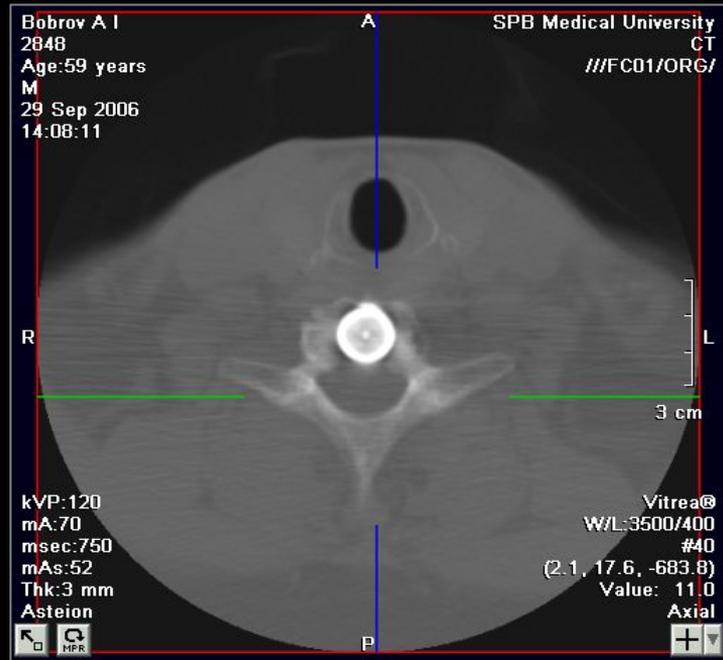
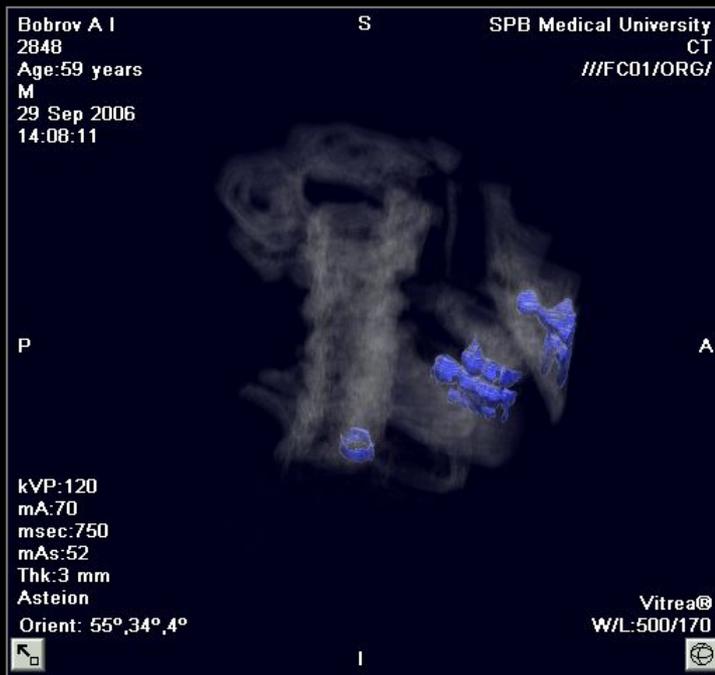
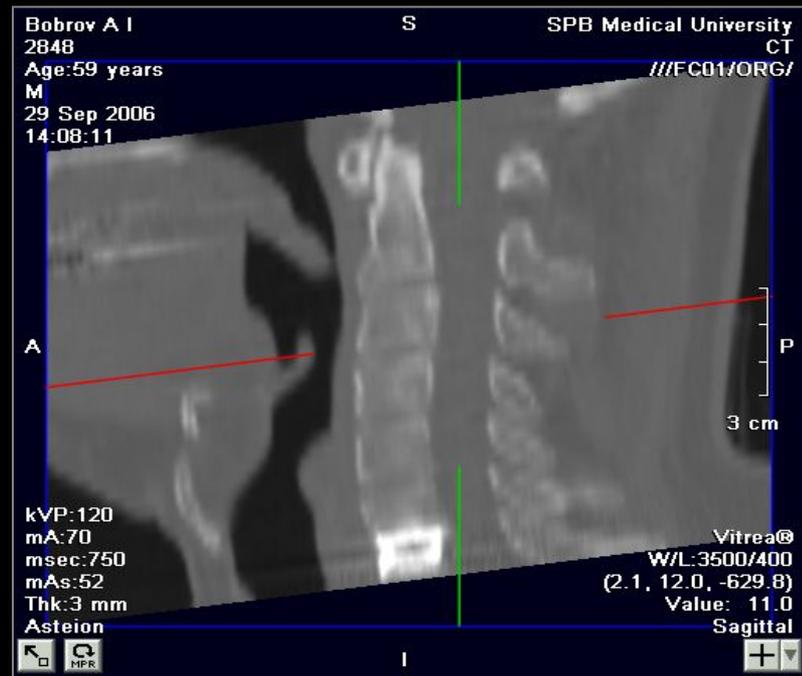
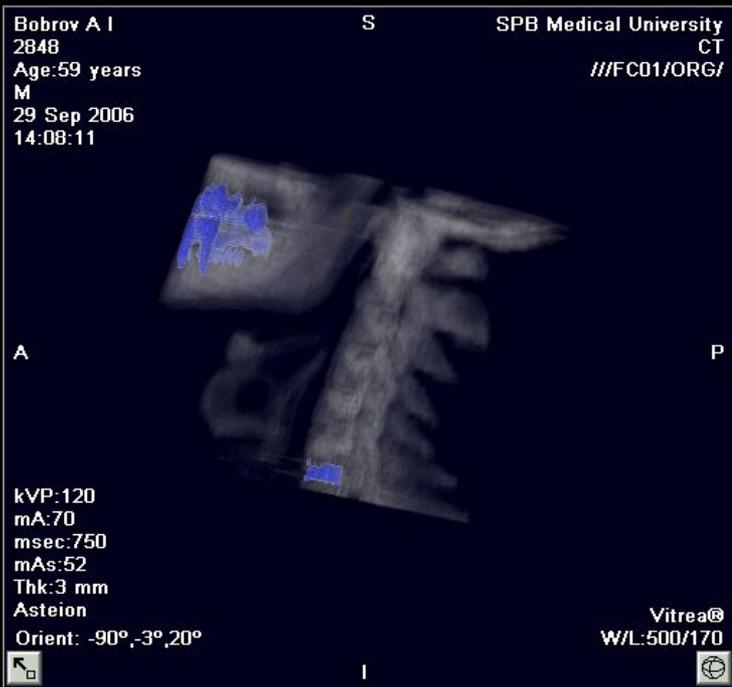
SPB Medical University  
NIKOLENKO A A  
037Y M 3  
Acc:  
2005 Apr 06  
Acq Tm: 10:12:53.050



DFOV: 0.0 x 0.0cm

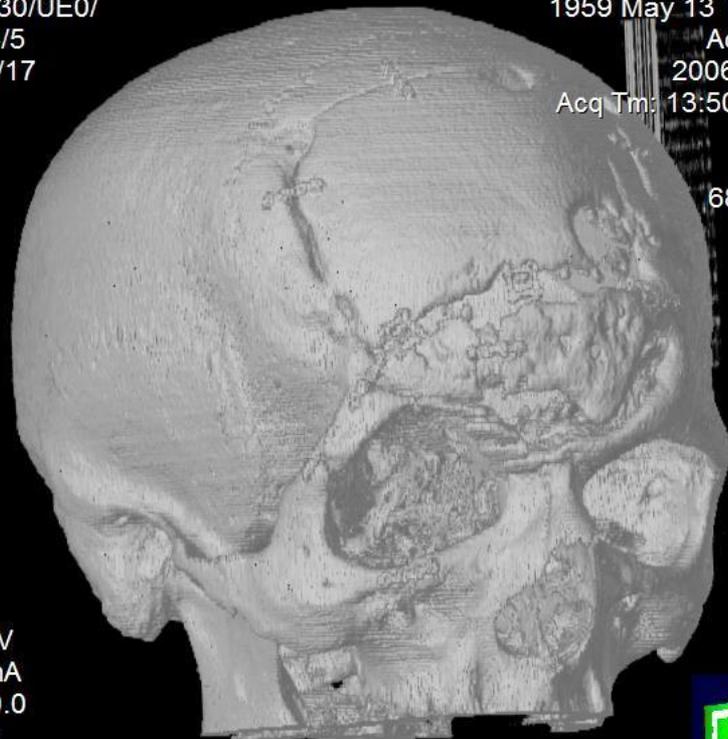
# Виртуальные методы в исследовании





2698  
Asteion  
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 0.0cm

2698  
Asteion  
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

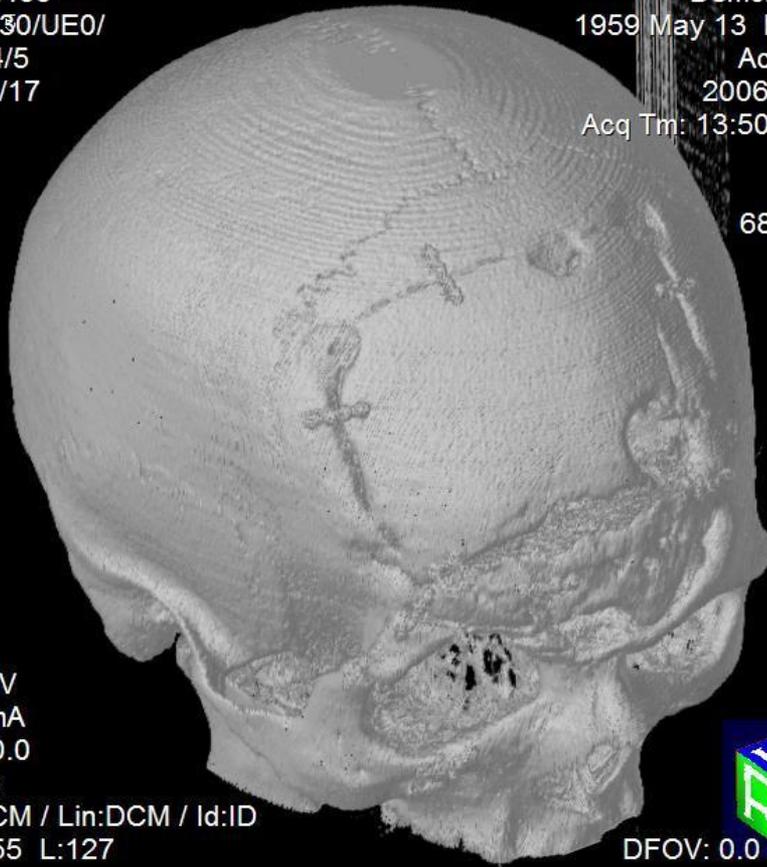
0.0 kV  
0.0 mA  
Tilt: 0.0  
0.0 s  
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID  
W:255 L:127



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

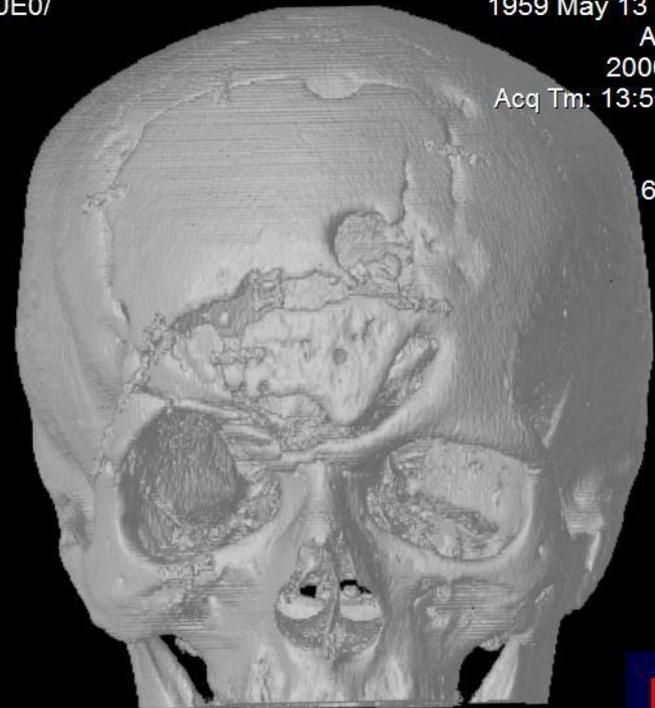
0.0 kV  
0.0 mA  
Tilt: 0.0  
0.0 s  
Id:DCM / Lin:DCM / Id:ID  
W:255 L:127



DFOV: 0.0 x 0.0cm

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

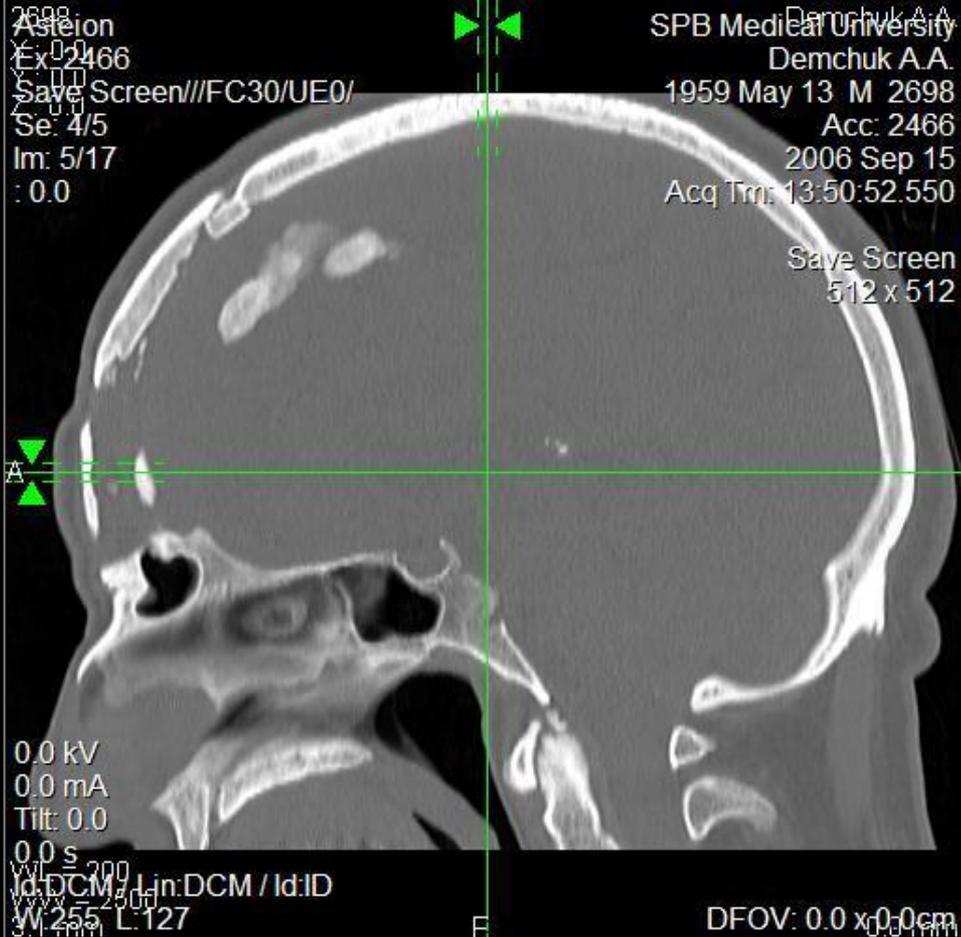
2698  
Asteion  
Ex: 2466  
Save Screen///FC30/UE0/  
Se: 4/5  
Im: 5/17  
: 0.0

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

Save Screen  
512 x 512

0.0 kV  
0.0 mA  
Tilt: 0.0  
0.0 s  
WV: 200  
Id: DCM / In: DCM / Id: ID  
W: 255 L: 127  
3.1 4.0

DFOV: 0.0 x 0.0 cm



AVPS  
Ex: 0000002180

I

GKG MVD RF

M 0000002180

Acc:

2003 Feb 11

Se: 6/2  
Im: 1/36  
: 0.0

640 x 640

Mag: 1.0x

I

S

0.0  
0.0  
Tilt: 0.0  
0.0 s  
W:255 L:-1072

DFOV: 0.0 x 0.0cm 180



AVPS  
Ex: 0000002180

I

GKG MVD RF

M 0000002180

Acc:

2003 Feb 11

Se: 6/2  
Im: 1/36  
: 0.0

640 x 640

Mag: 1.0x

I

S

0.0 kV  
0.0 mA

GKG MVD RF



A

M 0000002180

S

DFOV: 0.0 x 0.0cm

Se: 2/2  
Im: 8001  
Ax: S138

320 x 320

1

Mag: 1.0x

120.0 kV  
150.0 mA  
3.0 mm/0.0:1  
Tilt: 0.0  
1.0 s

Acc:

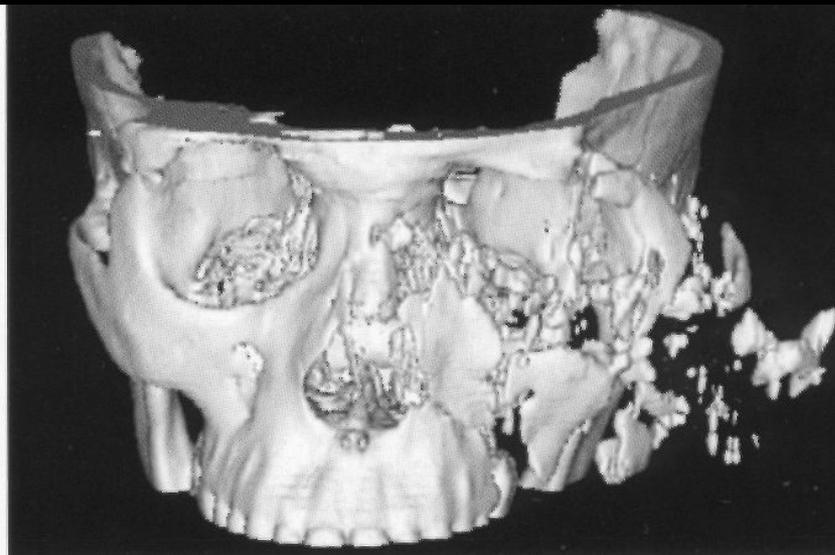
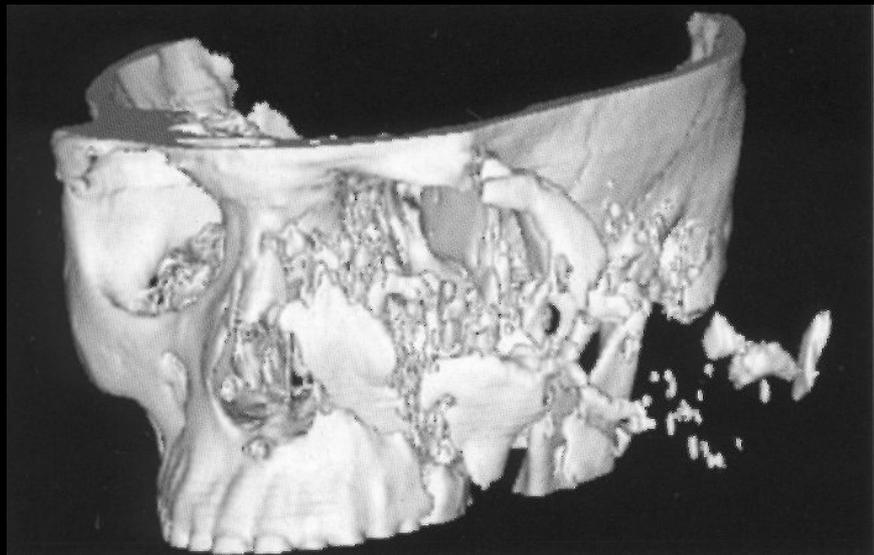
2003 Feb 11

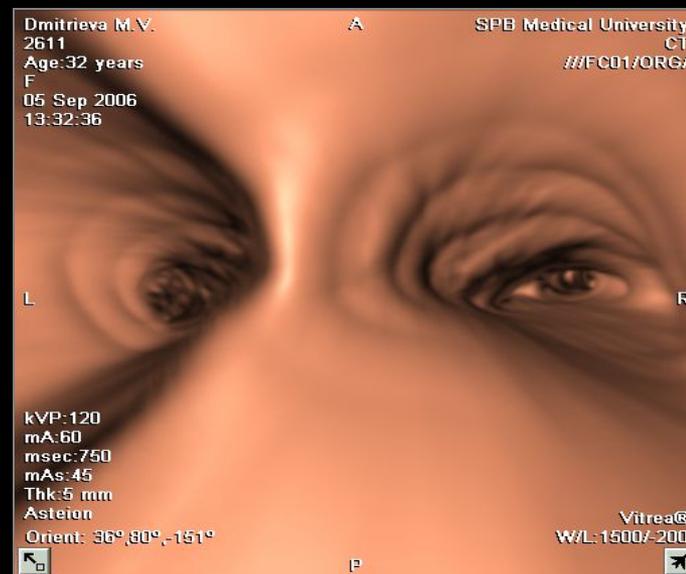
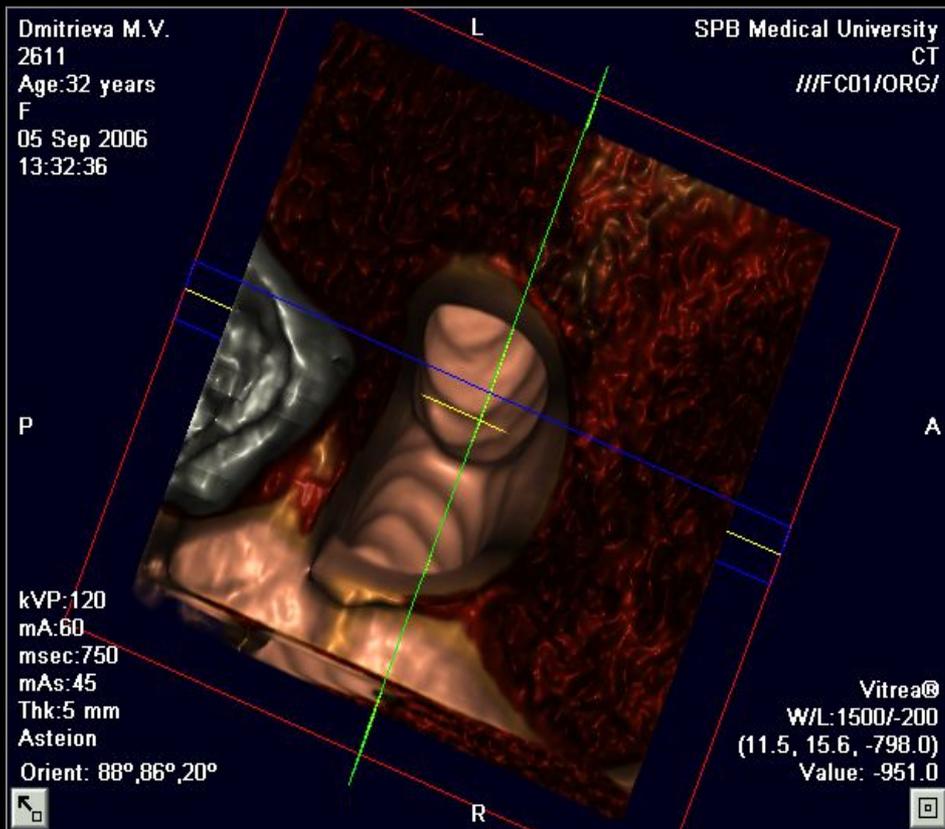
□ □ □ □ □

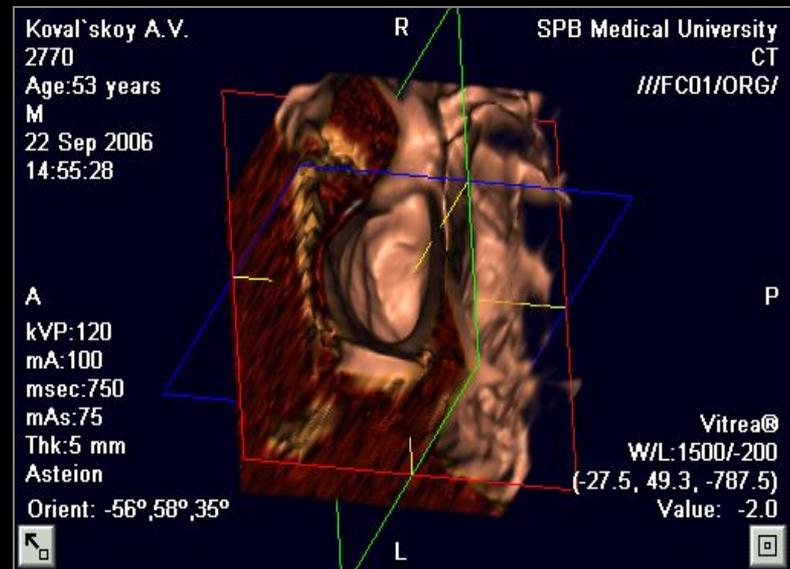
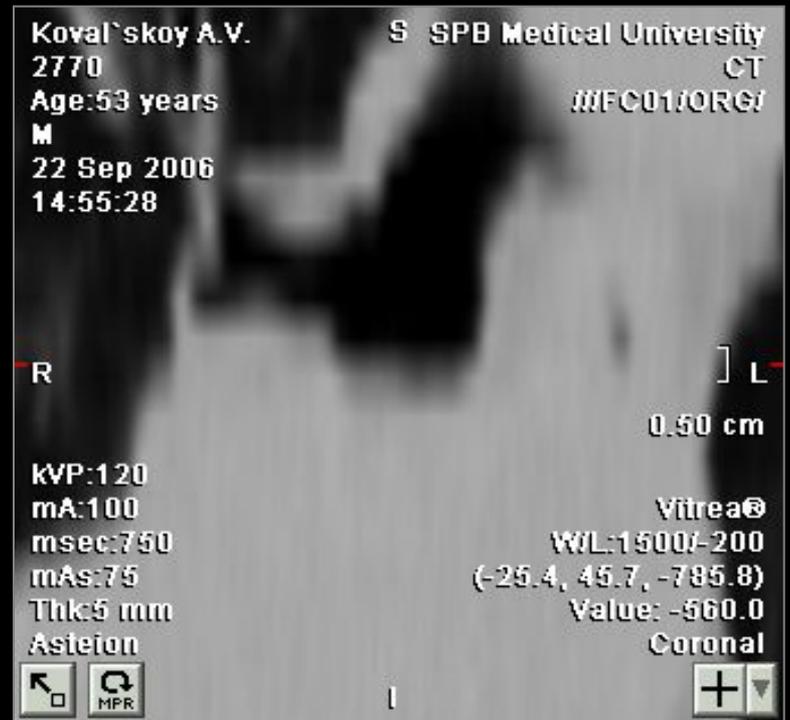
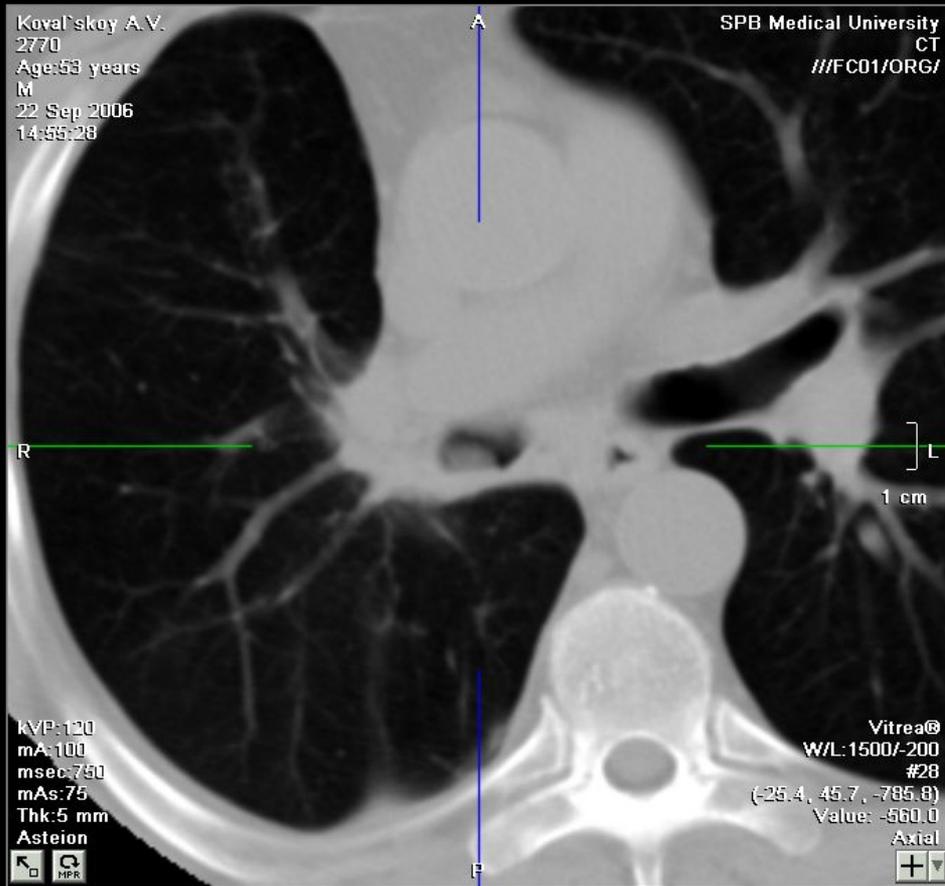
P

DFOV: 16.0 x 16.0cm



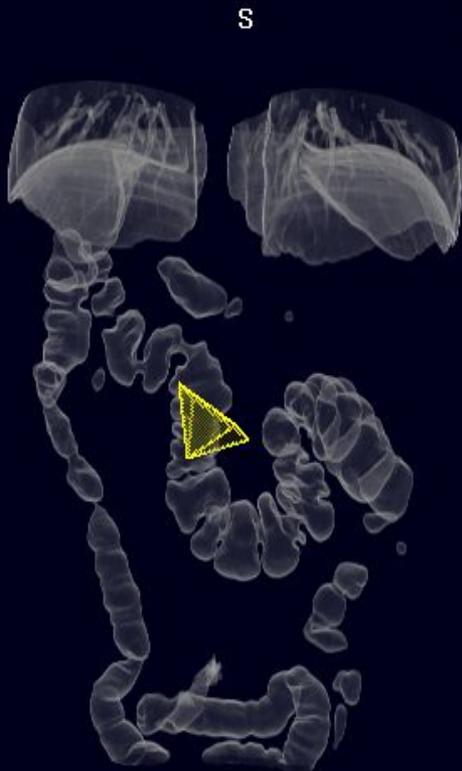






Trofimova G A  
2776  
Age:59 years  
F  
25 Sep 2006  
10:01:29

SPB Medical University  
CT  
///FC01/ORG/



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

SPB Medical University  
CT  
///FC01/ORG/

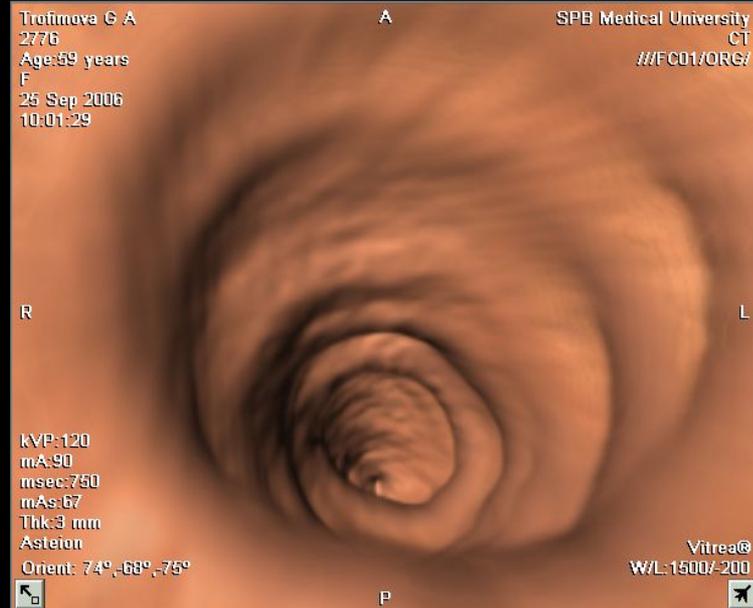


kVP:120  
mA:90  
msec:750  
mAs:67  
Thk:3 mm  
Asteion  
Orient: -86°,-60°,87°

Vitre@  
W/L:1500/200

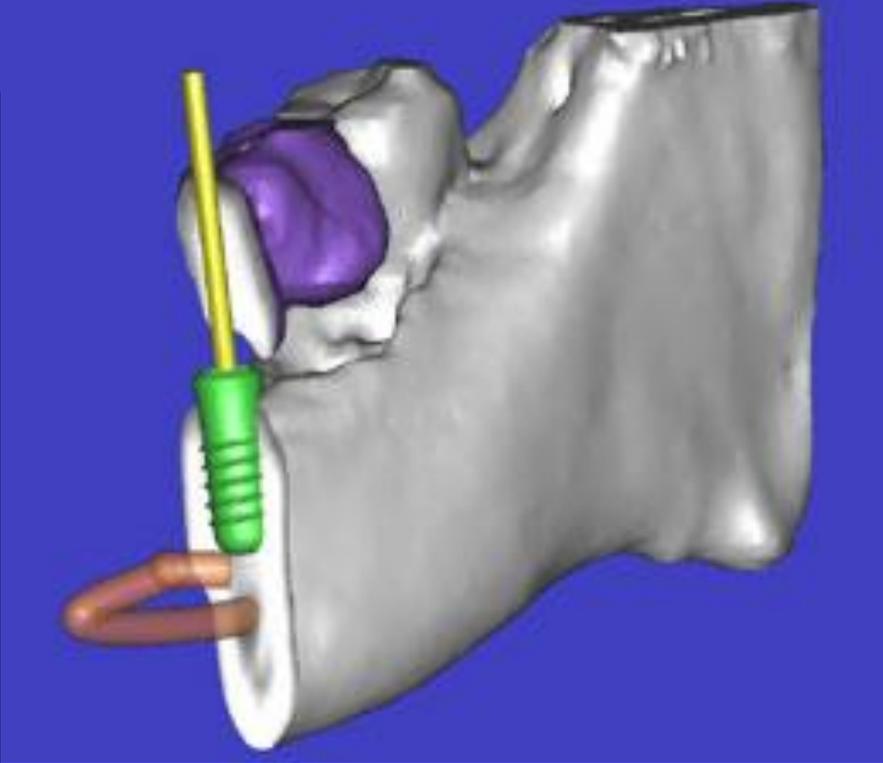
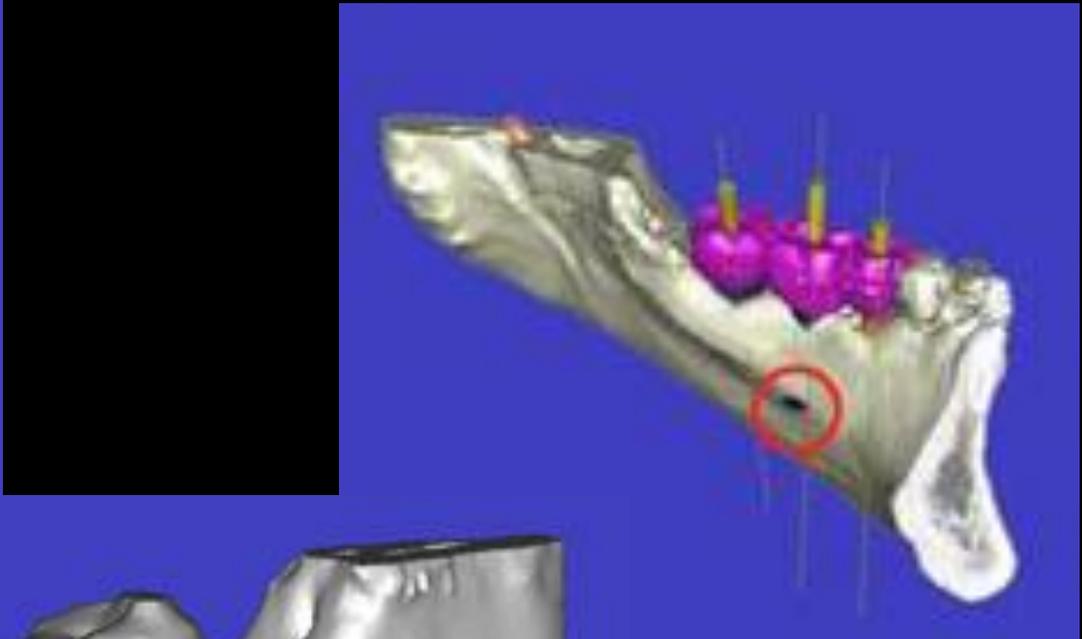
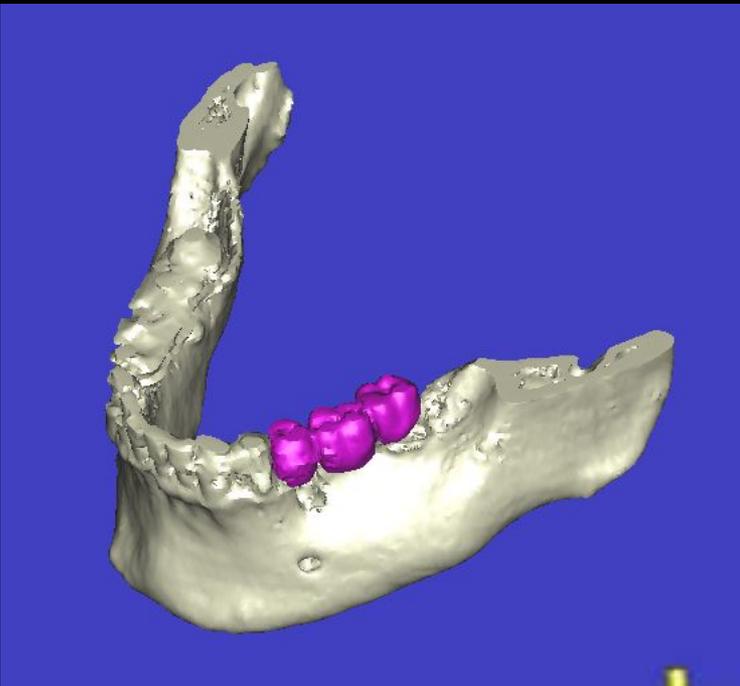
Trofimova G A  
2776  
Age:59 years  
F  
25 Sep 2006  
10:01:29

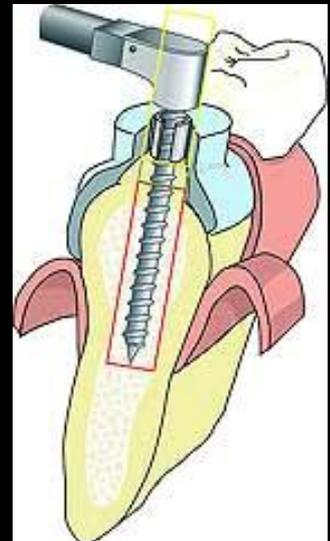
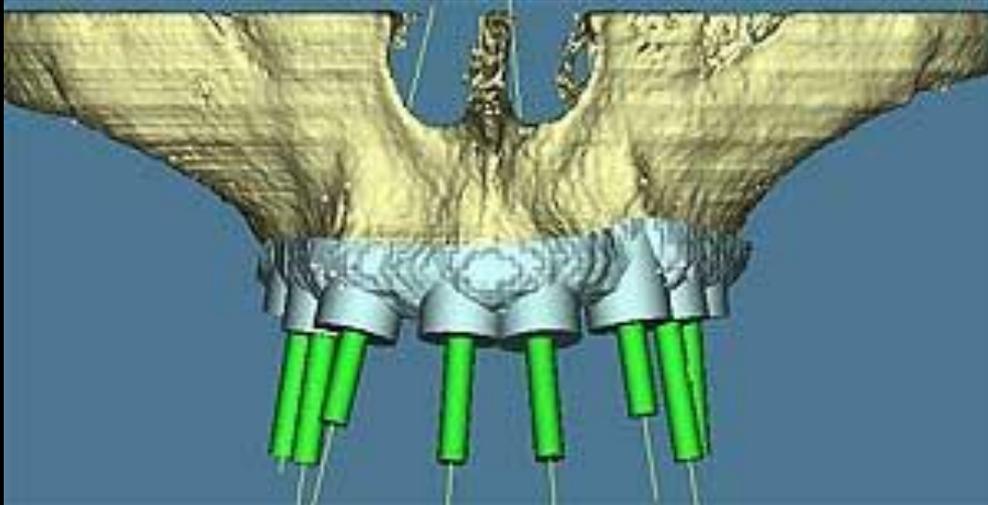
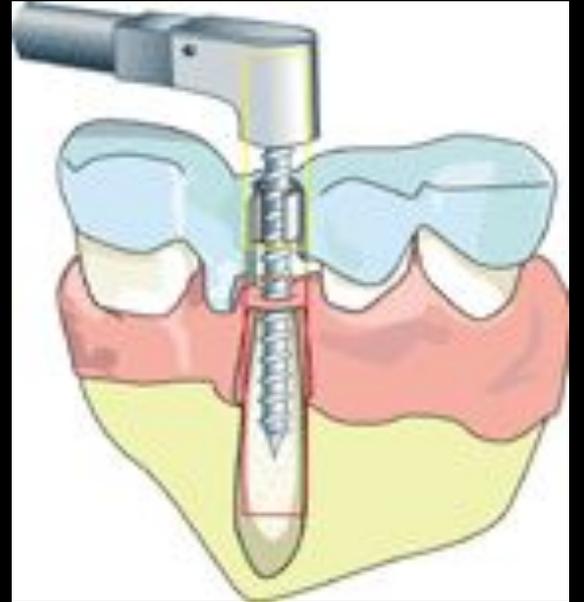
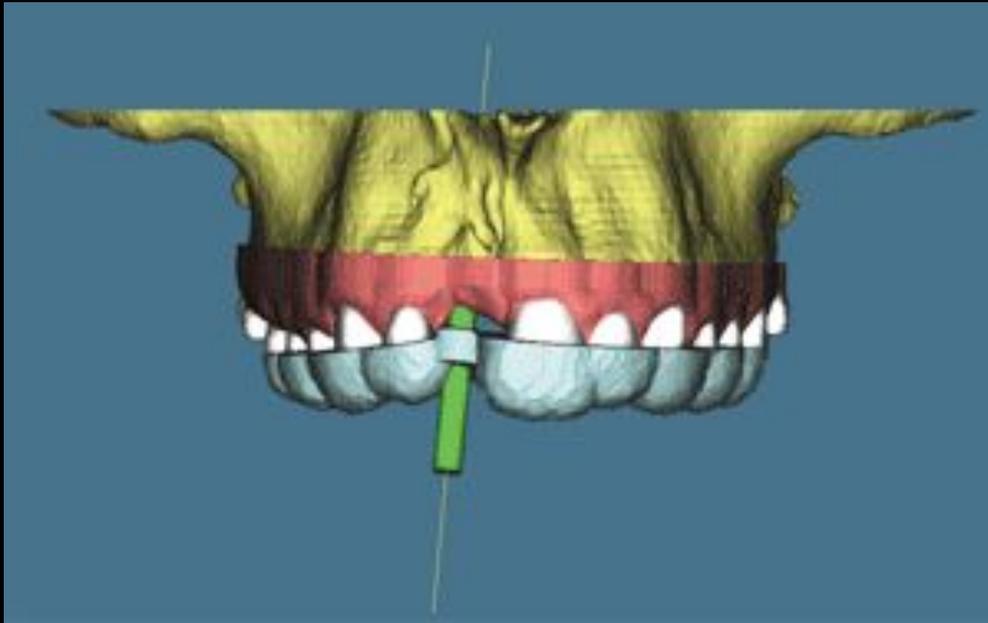
SPB Medical University  
CT  
///FC01/ORG/



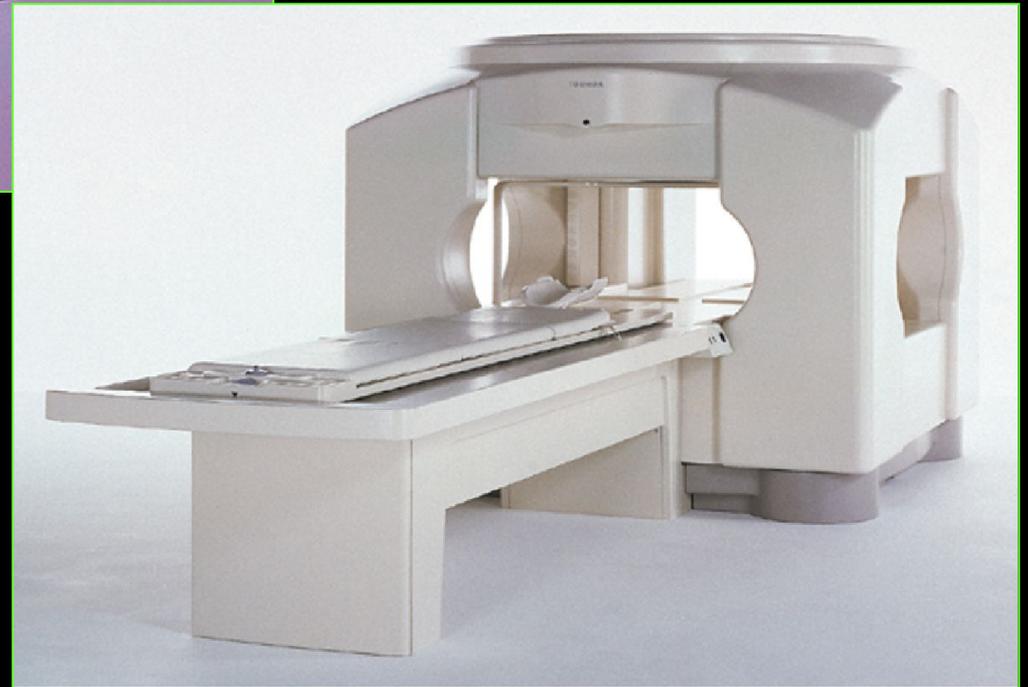
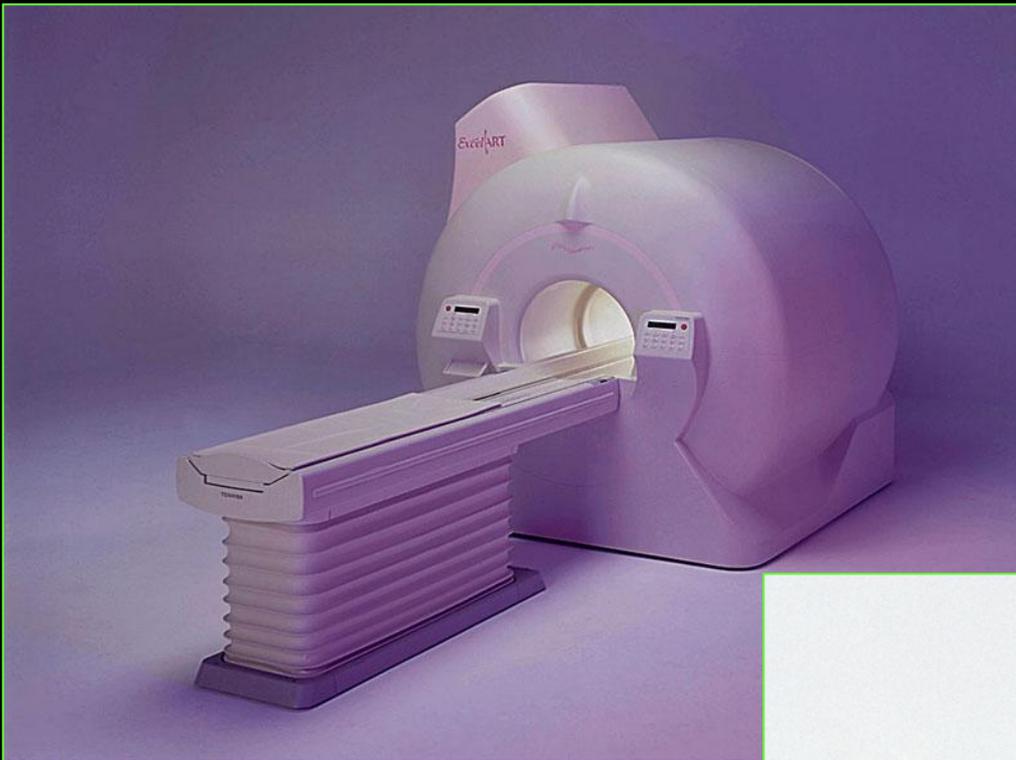
kVP:120  
mA:90  
msec:750  
mAs:67  
Thk:3 mm  
Asteion  
Orient: 74°,-68°,-75°

Vitre@  
W/L:1500/200

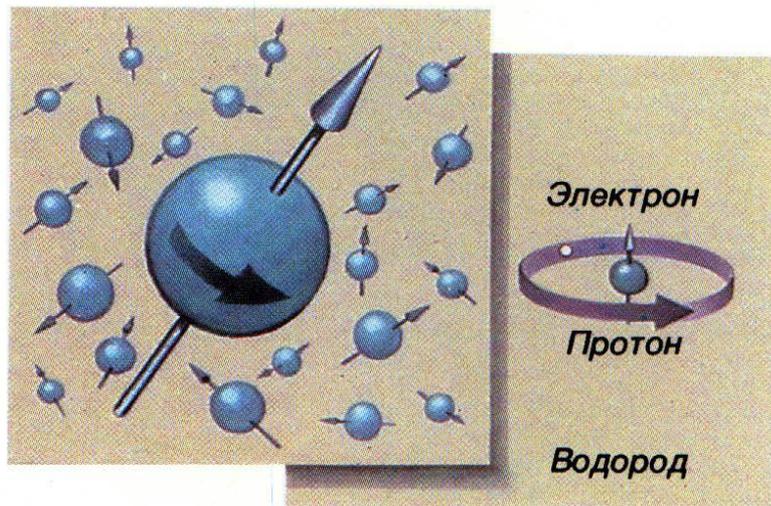
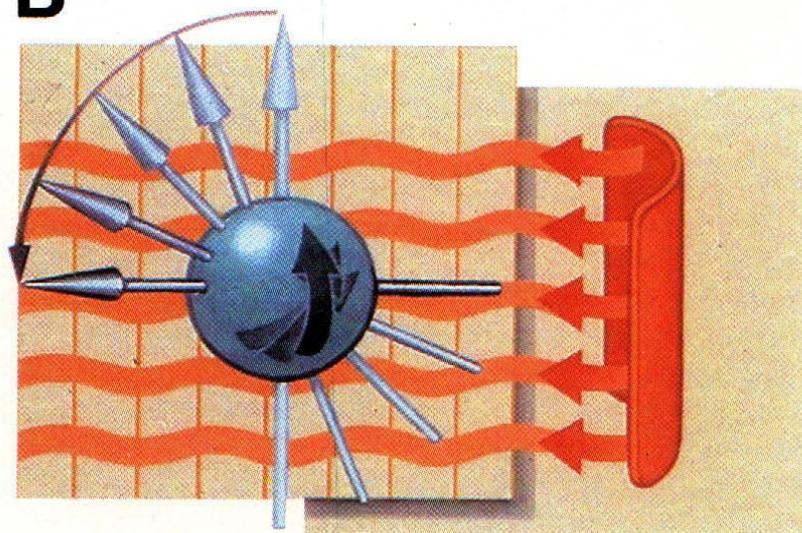
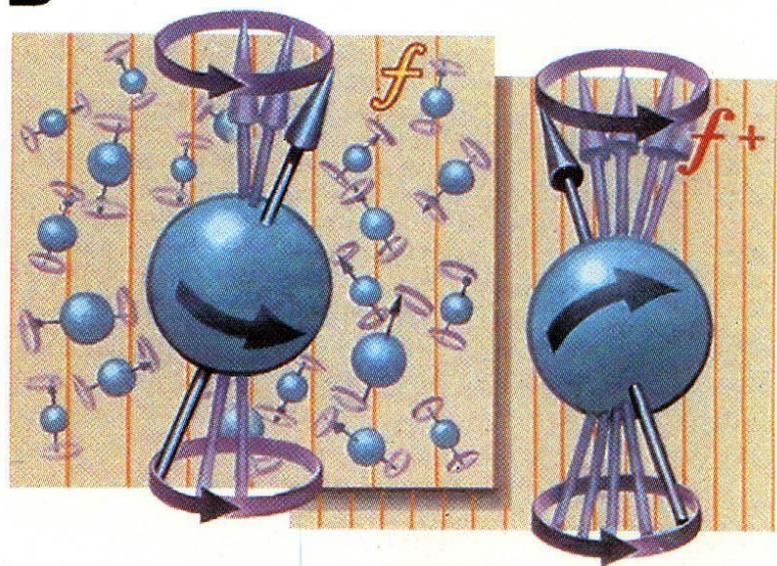
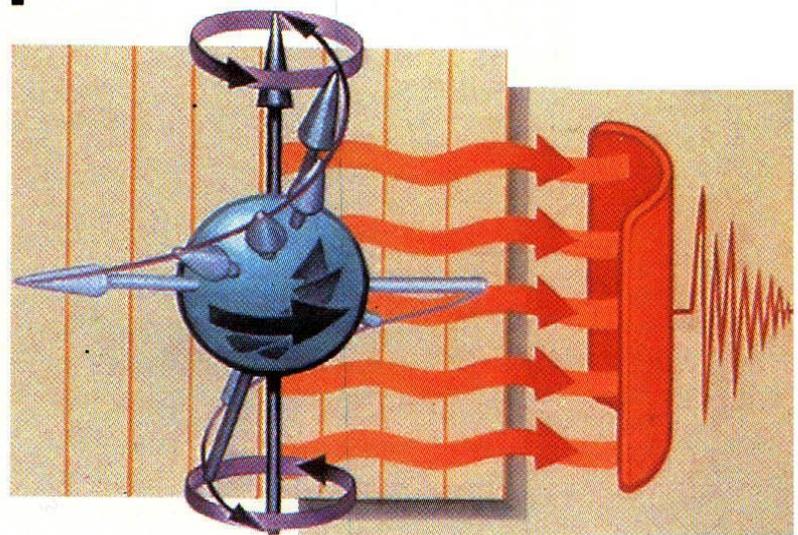




# Магнитно-резонансная томография





**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

- 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



- 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, эндовакитарные 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

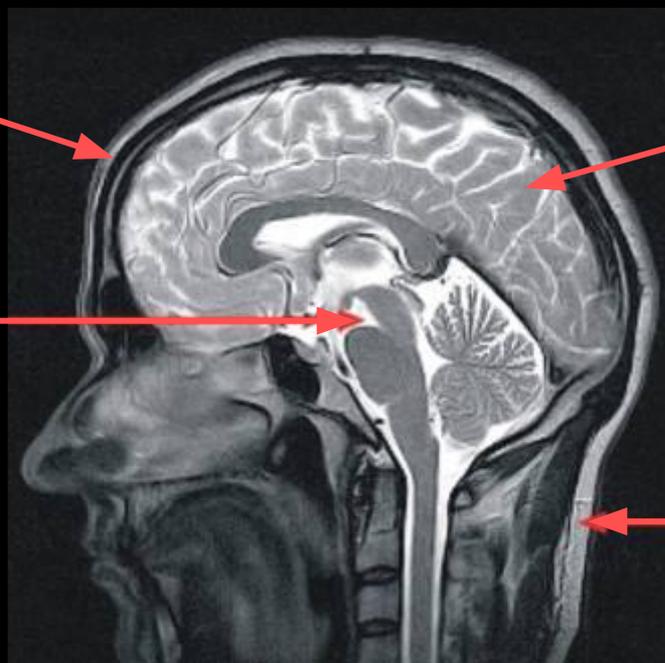
головного мозга в аксиальной плоскости

Кортикальная кость  
(нет протонов)

Серое вещество

СМЖ  
(яркая)

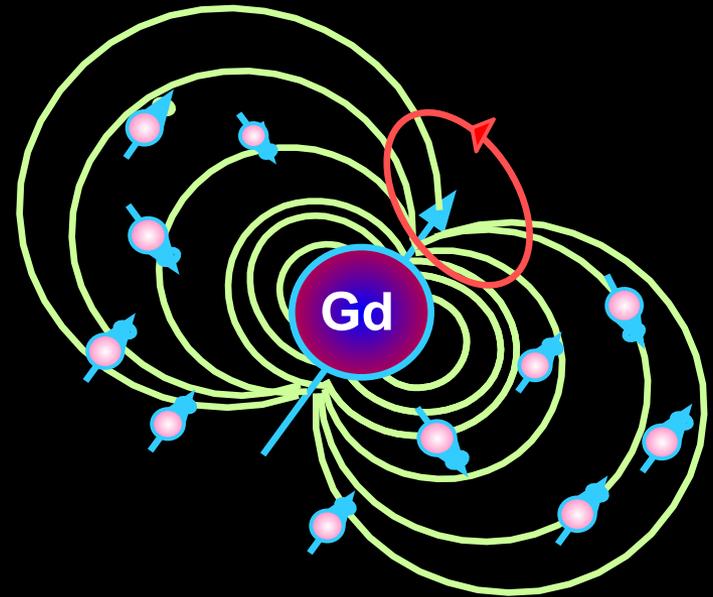
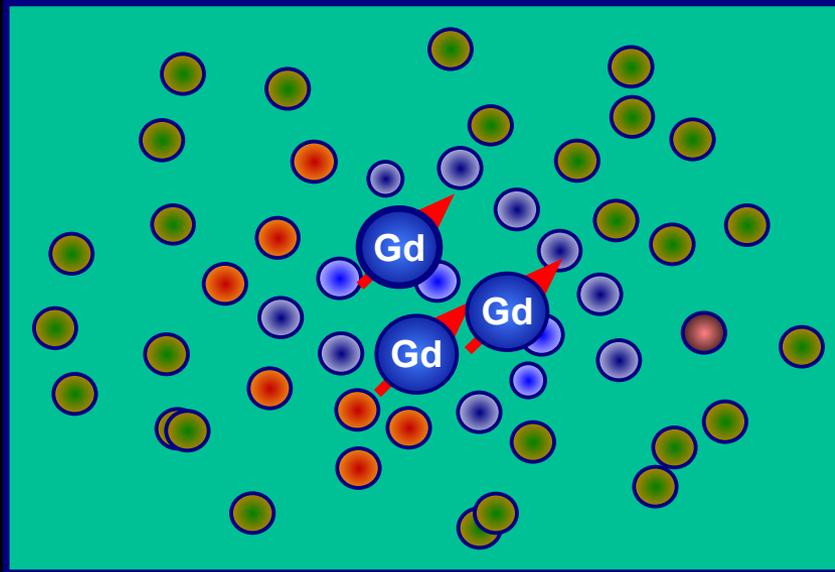
Жировая ткань  
(яркая)



# 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

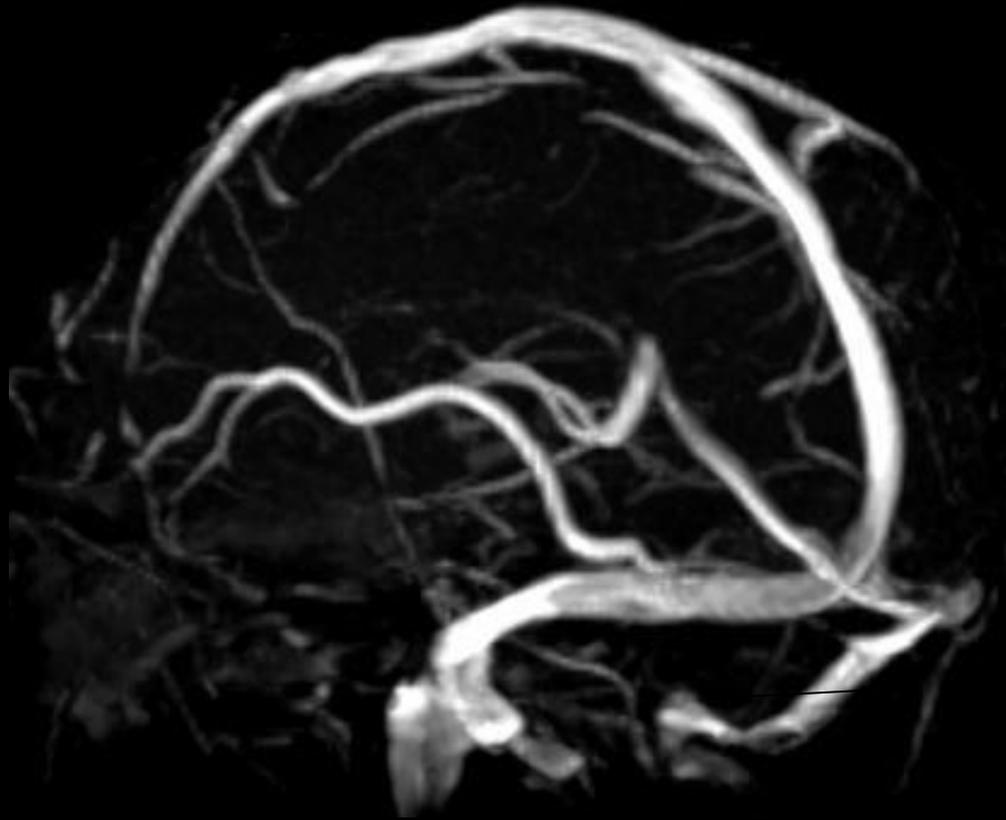


Гадолиний ( $Gd^{3+}$ ) - металл парамагнетик  
Хелаты гадолиния – нетоксичны

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



# МР-синусография головного мозга



# МРТ шейного отдела ПОЗВОНОЧНИКА

Продолговатый  
МОЗГ

Второй  
шейный  
позвонок

Тело  
пятого  
позвонка

Межпозвоночный  
ДИСК



Мозжечок

Первый  
шейный  
позвонок

Спинной  
МОЗГ

Остистый  
отросток

# МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника

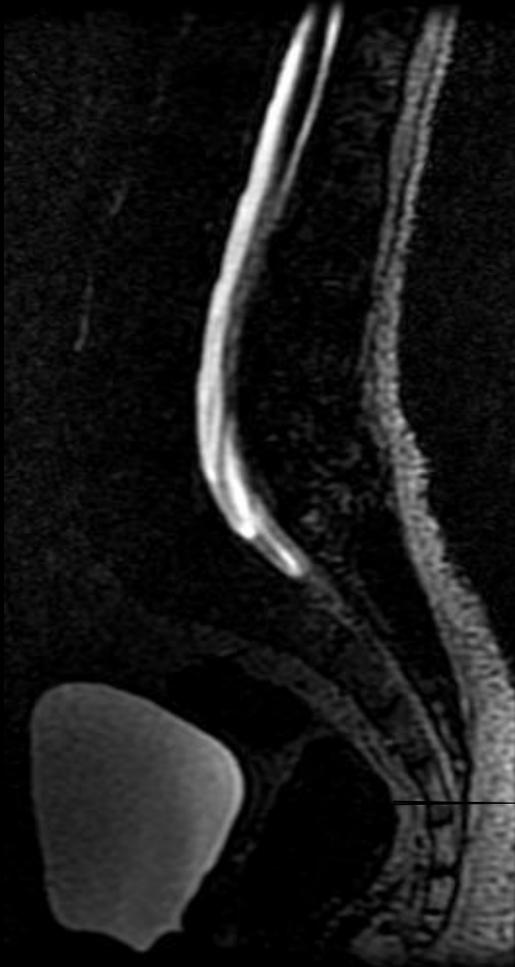
Межпозвоновый диск  
(пульпозное ядро)

Пятый  
поясничный  
позвонок



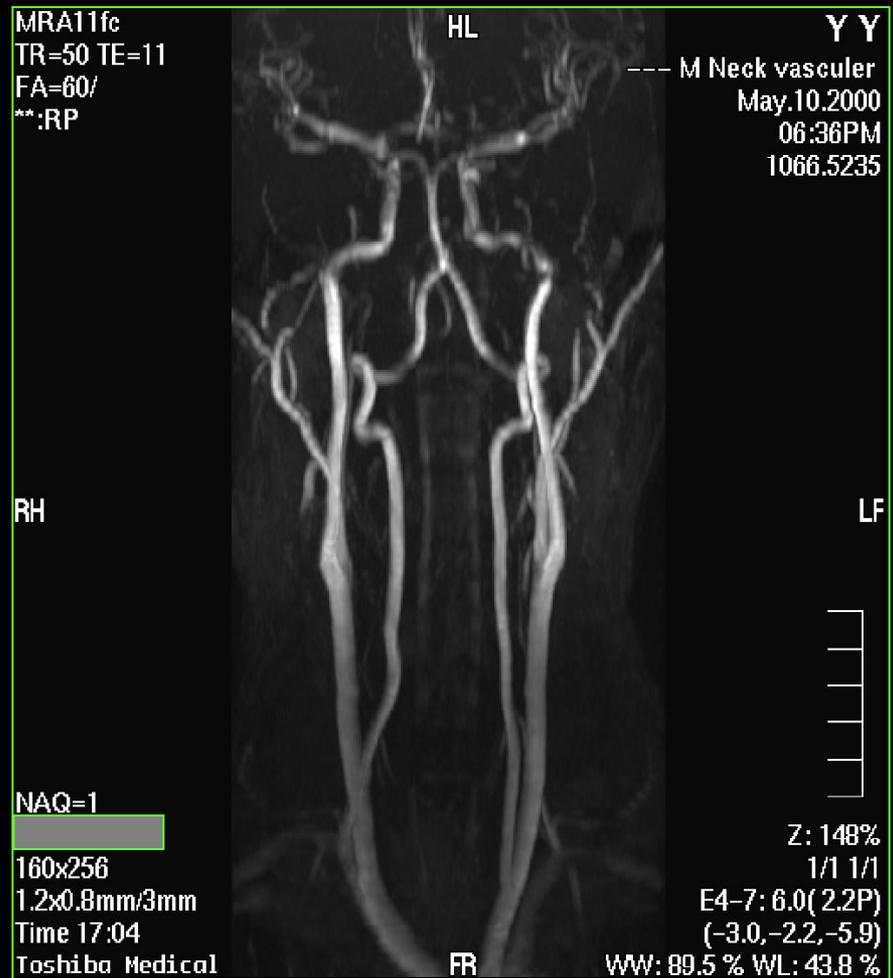
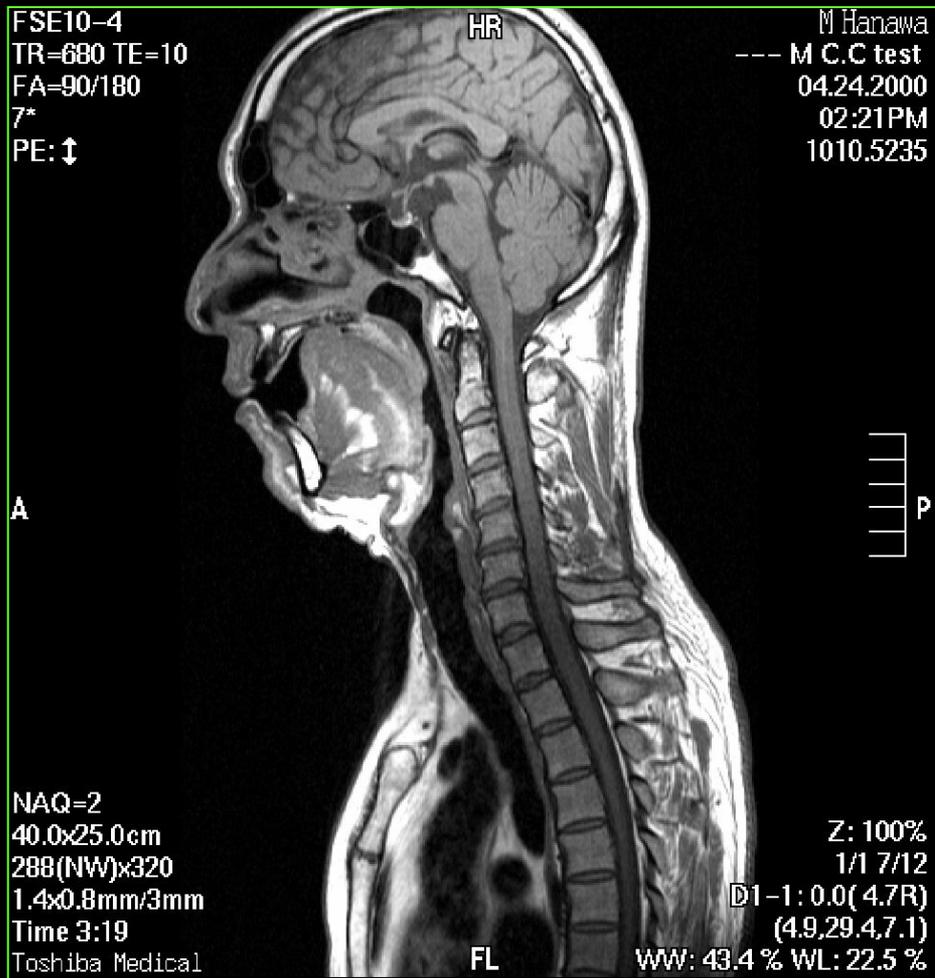
# МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника

Миелография



Аксиальная плоскость





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  
Reg. Fr. 12.49.14

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

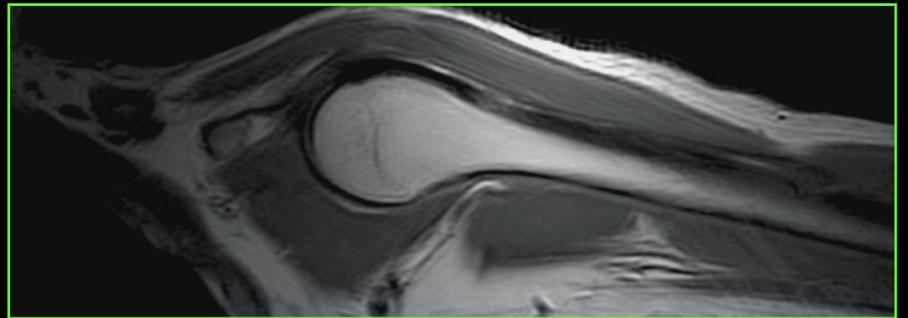
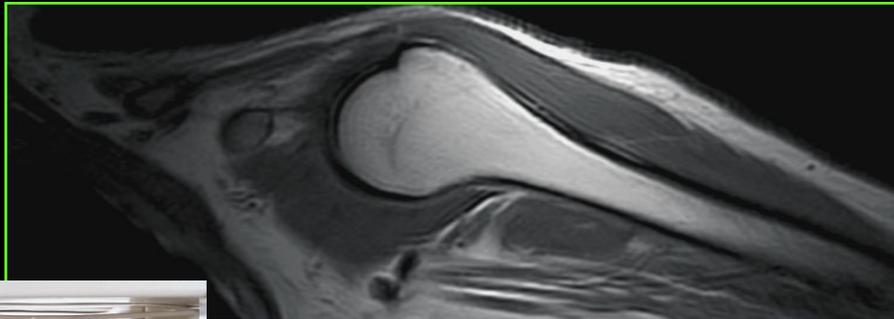
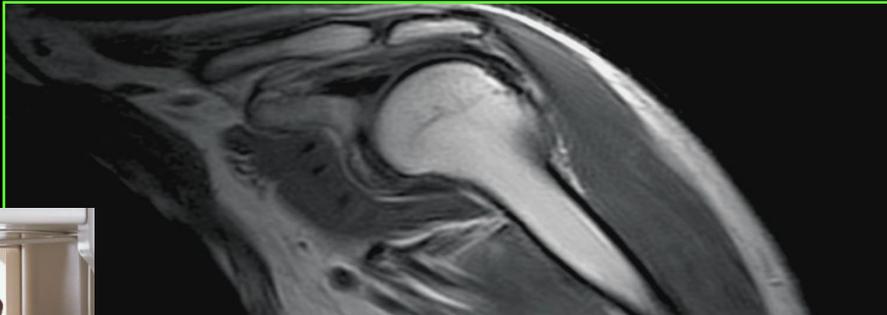
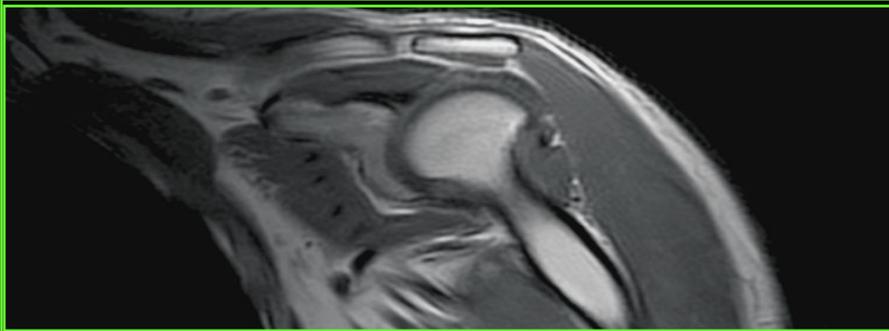
R

L

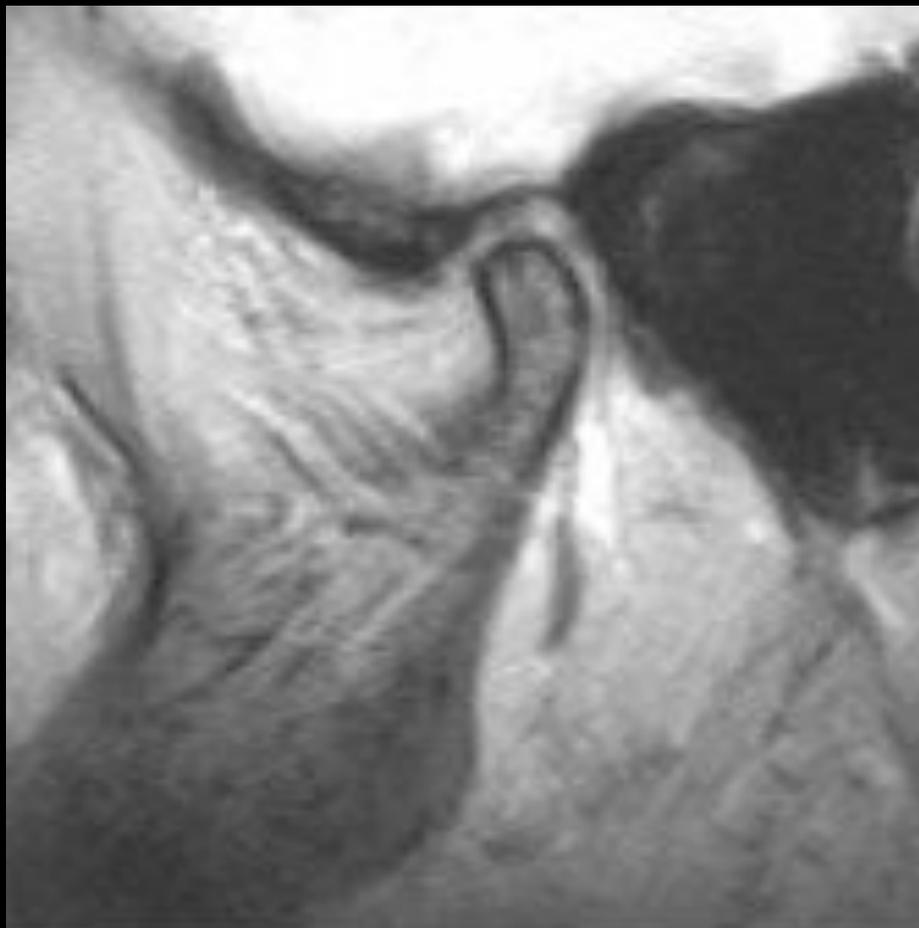
EF. 0  
FR. 21.0  
FE. 11.0  
1145241824  
120.58 HV - 120.5ap  
M 52787 L.18000

1

DF 0V. 13.4 x 17.8cm







кинематика при гипермобильности



*открытый рот*

**полная вентральная дислокация диска без репозиции**