

# **ЛЕКЦИЯ 5**

## **Магнитно-резонансные исследования**



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

---

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### **Магнитно-резонансные исследования**

– это исследования, основанные на явлении  
ядерно-магнитного резонанса

/ Ф. Блоч, Е. Персель 1946 /

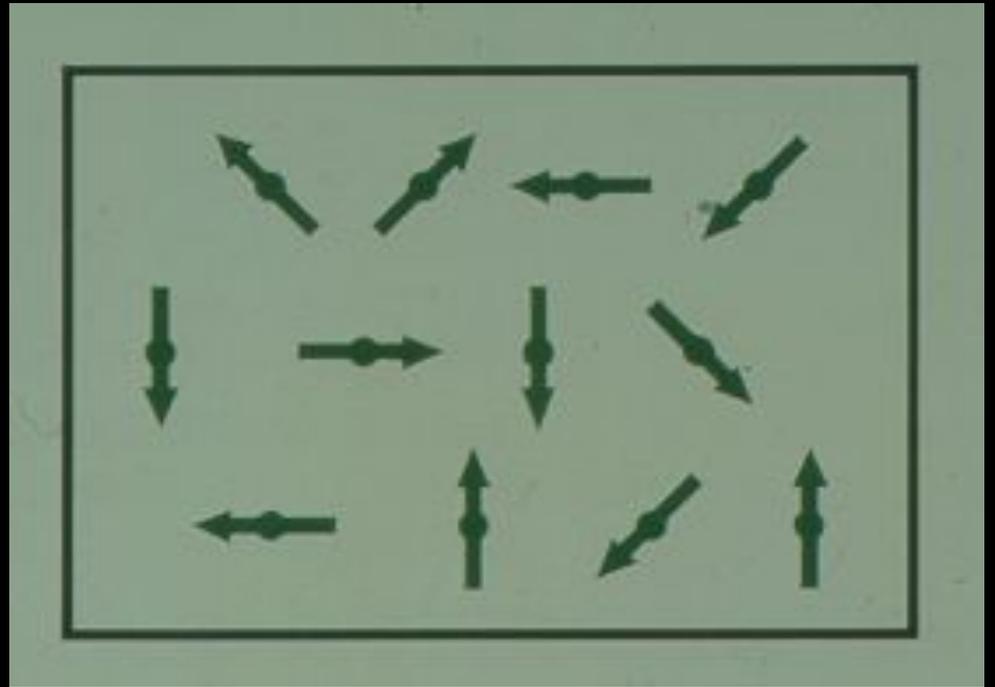
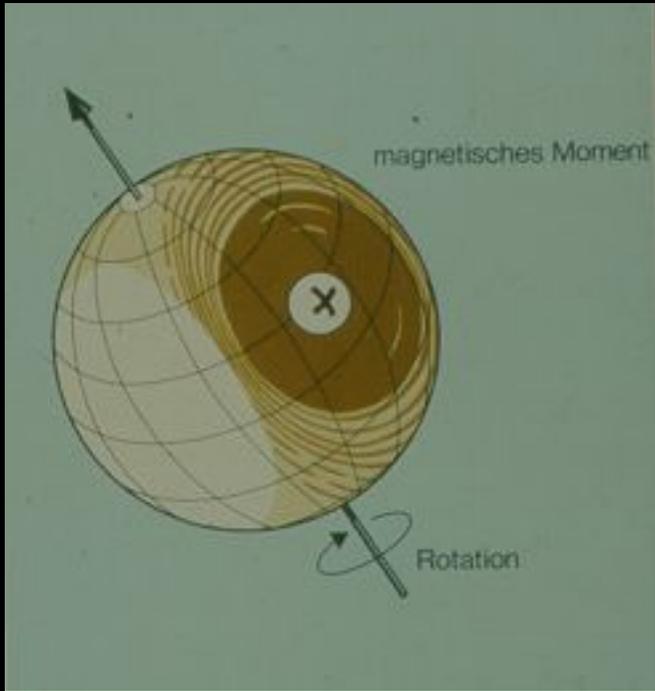


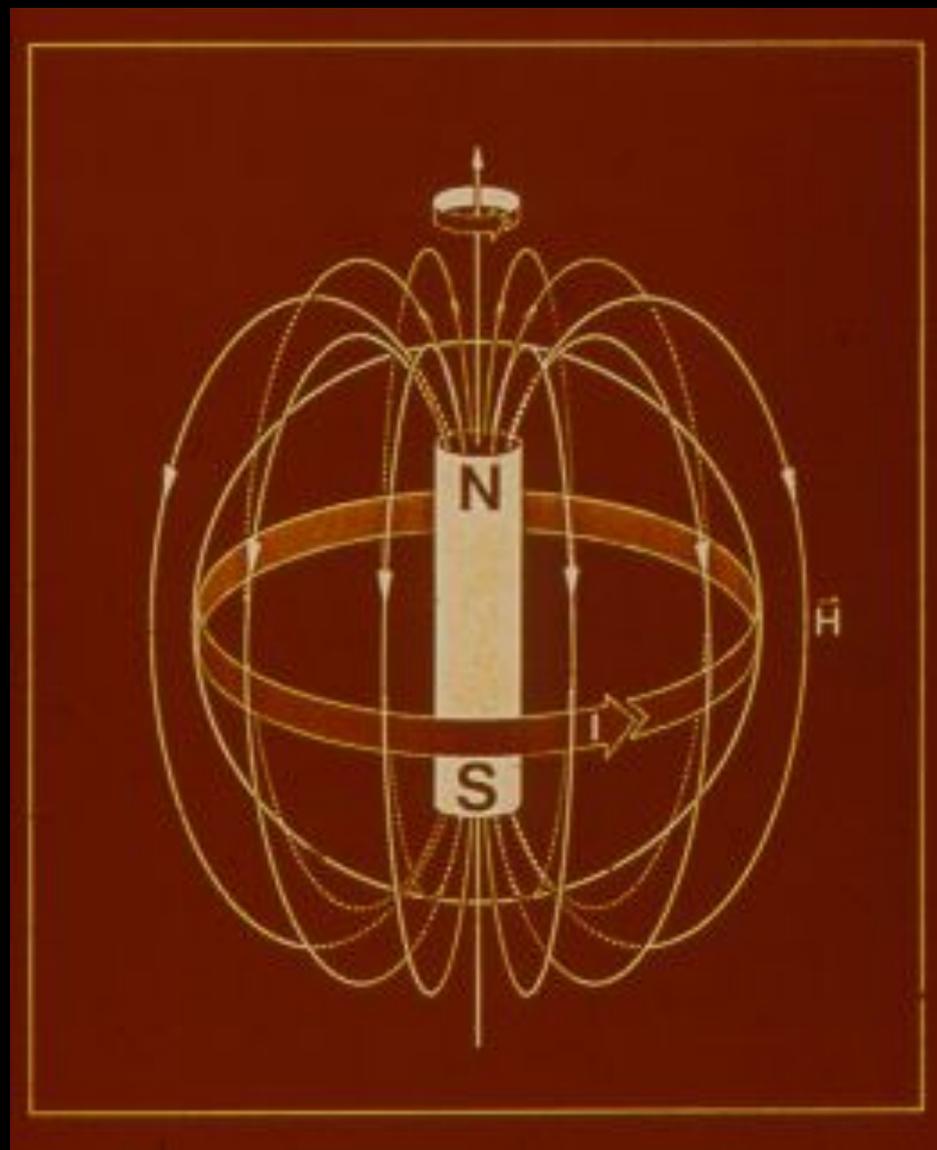
# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

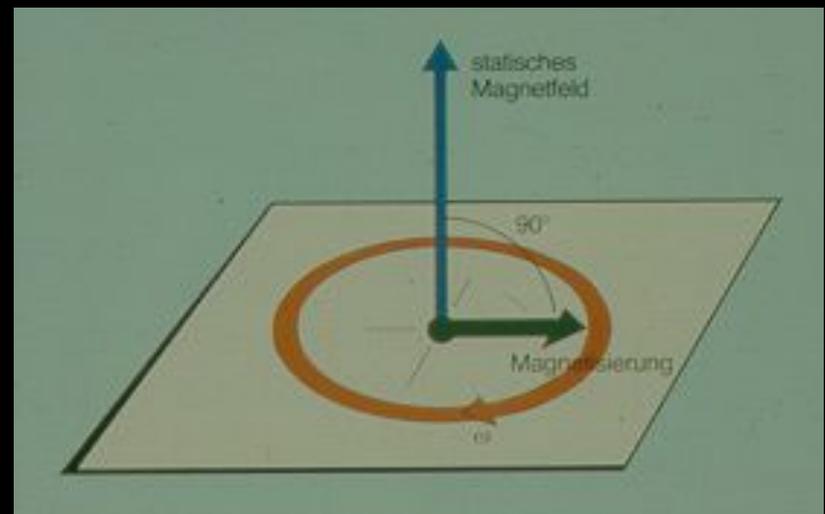
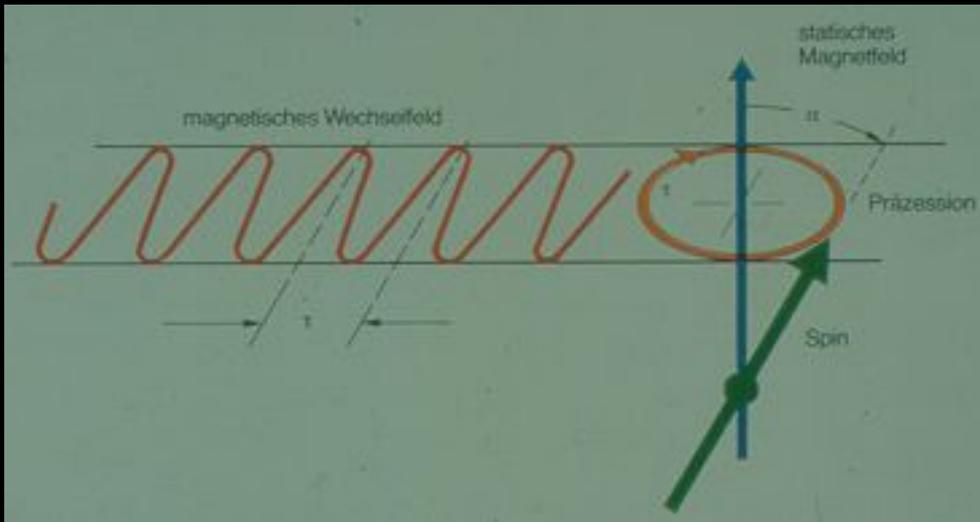
## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Ядерно-магнитный резонанс

– это способность ядер некоторых атомов при помещении их в магнитное поле вначале поглощать энергию, а затем испускать её в виде радиосигнала ( ${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^{13}_6\text{C}$ ,  ${}^{19}_9\text{F}$ ,  ${}^{31}_{15}\text{P}$ )







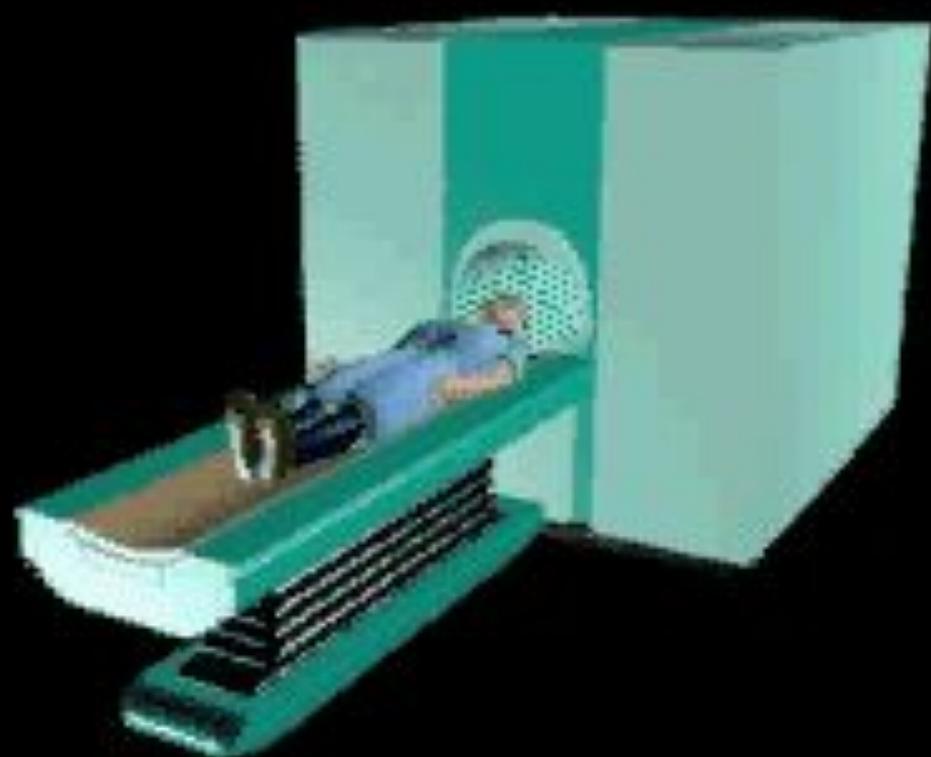


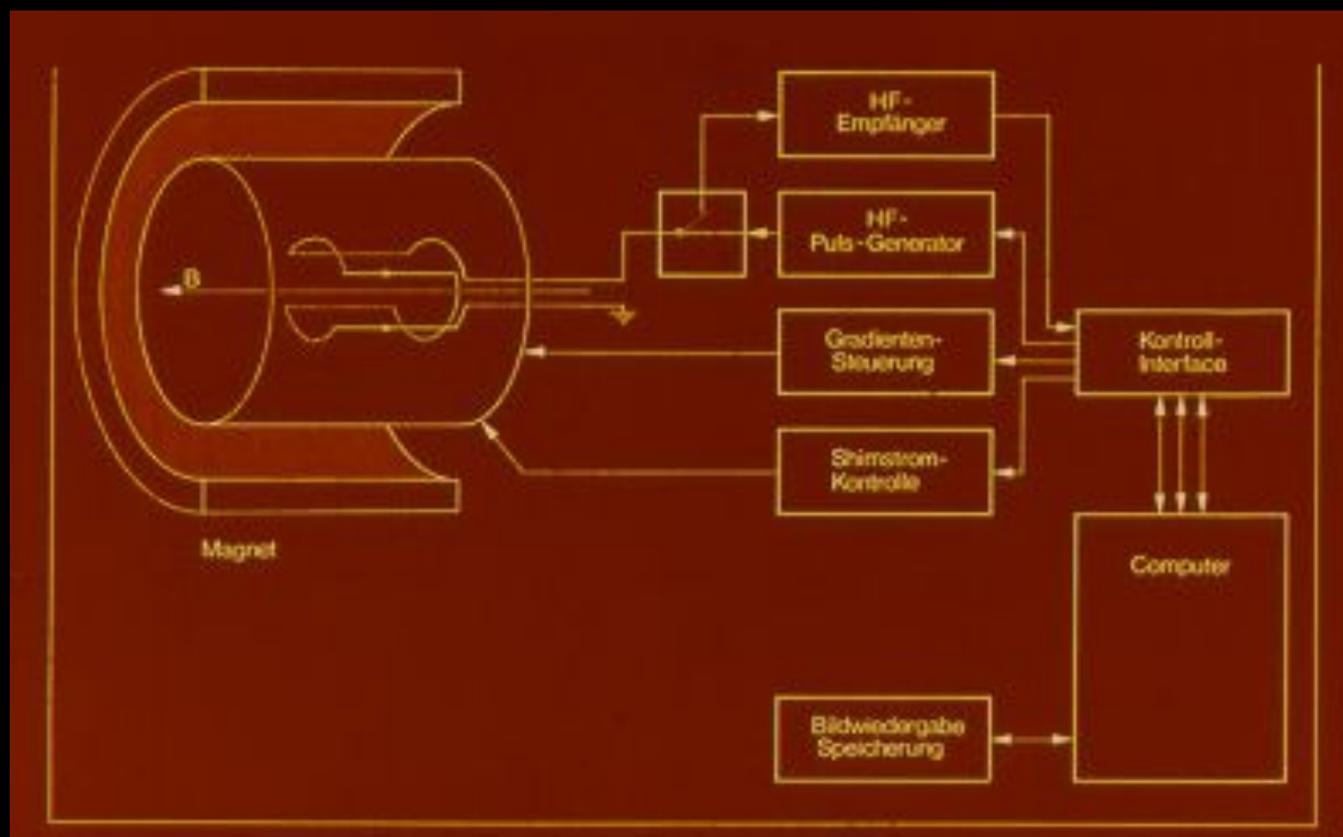
# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

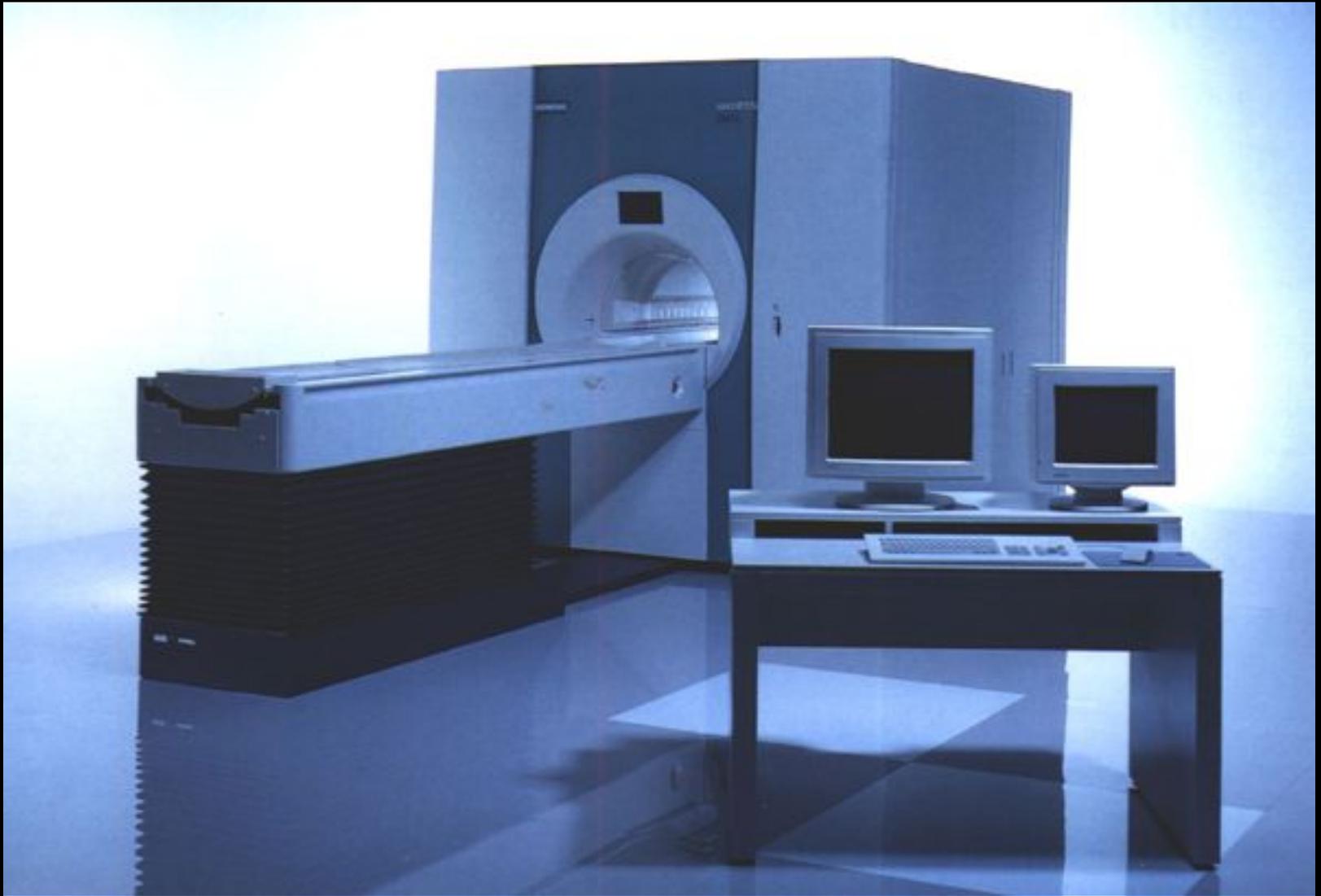
## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Виды магнитно-резонансных исследований:

1. Магнитно-резонансная томография  
( получение изображений )
2. Магнитно-резонансная спектроскопия  
( количественная оценка химического состава веществ )













# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

Методы лучевого исследования ЦНС. Лучевая диагностика заболеваний головного и спинного мозга

## Этапы развития магнитно-резонансных исследований

- ✓ **1946 г.**– Bloch F. и Purcell E. Открыли явление ядерно-магнитного резонанса
- 
- ✓ **1966 г.** – Erust R. разработал метод ЯМР спектроскопии
- ✓ **1973 г.** – Lauterbour P., Mausfield P. приступили к разработке метода магнитно-резонансной томографии
- ✓ **1982 г.** – создан первый магнитно-резонансный томограф



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Виды магнитов:

- 1. Постоянные** – сплавы с ферромагнитными свойствами ( создают напряжение магнитного поля до 0,3 Тл )
- 2. Резистивные ( электромагниты )** - напряжение магнитного поля до 0,7 Тл
- 3. Сверхпроводящие** – напряжение магнитного поля от 1 до 3 Тл (до 30 Тл)



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Области применения МРТ:

#### 1. Исследования ЦНС

- головного и особенно
- спинного мозга

#### 2. Диагностика заболеваний позвоночника ( оценка состояния межпозвонковых дисков и позвоночного канала )

#### 3. Диагностика заболеваний костей и суставов

#### 4. Исследования сердца и сосудов ( МР-ангиография )

#### 5. Исследования органов брюшной полости и забрюшинного пространства

#### 6. Исследования органов малого таза

#### 7. Диагностика заболеваний мягких тканей



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Достоинства МРТ:

1. Отсутствие лучевой нагрузки
2. Оценка не только структуры исследуемого органа но и его функционального состояния а также метаболических процессов, проходящих в нем
3. Возможность наложения МР – изображения на изображения, полученные при ПЭТ



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Недостатки МРТ:

#### 1. Наличие противопоказаний

- клаустрофобия
- искусственные водители ритма
- металлические клеммы и протезы

#### 2. Длительное время исследования

#### 3. Дорогой



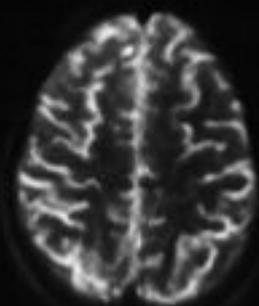
# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Параметры МР – изображения при стандартном исследовании:

1. Протонная плотность (концентрация ядер водорода)
2. Время релаксации T1
3. Время релаксации T2

R



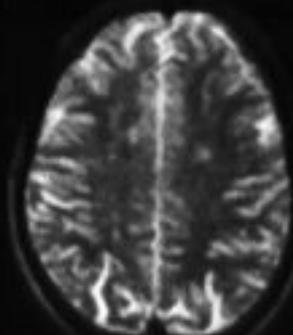
L

Slice: 3  
Sp: 59  
W 80 L 56

SE 2600/130 10mm Transversal

05 AUG 88 13:16

R



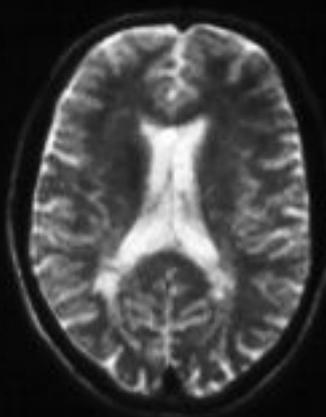
L

Slice: 4  
Sp: 41  
W 80 L 56

SE 2600/130 10mm Transversal

05 AUG 88 13:16

R



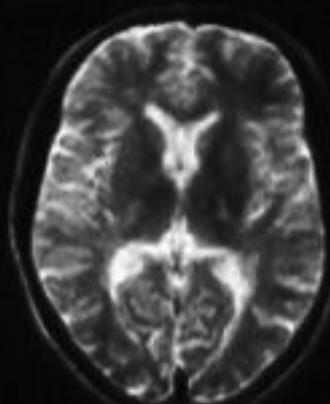
L

Slice: 6  
Sp: 29  
W 80 L 48

SE 2600/130 10mm Transversal

D

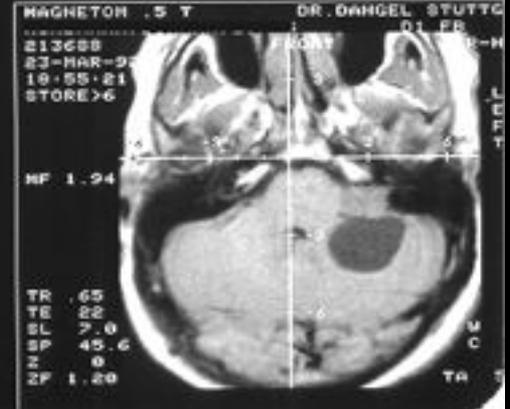
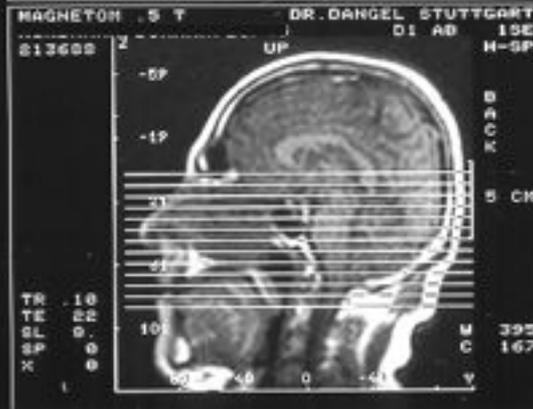
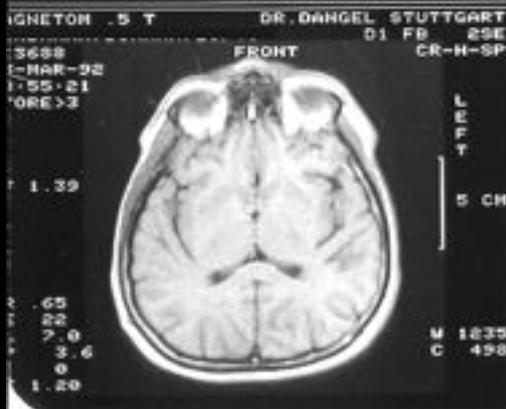
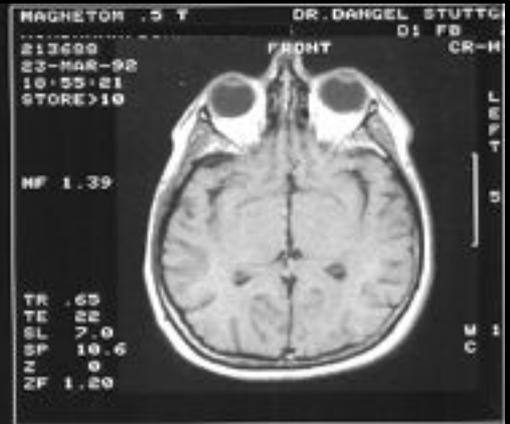
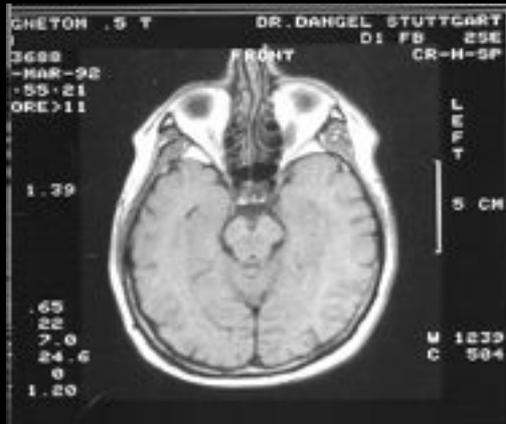
R

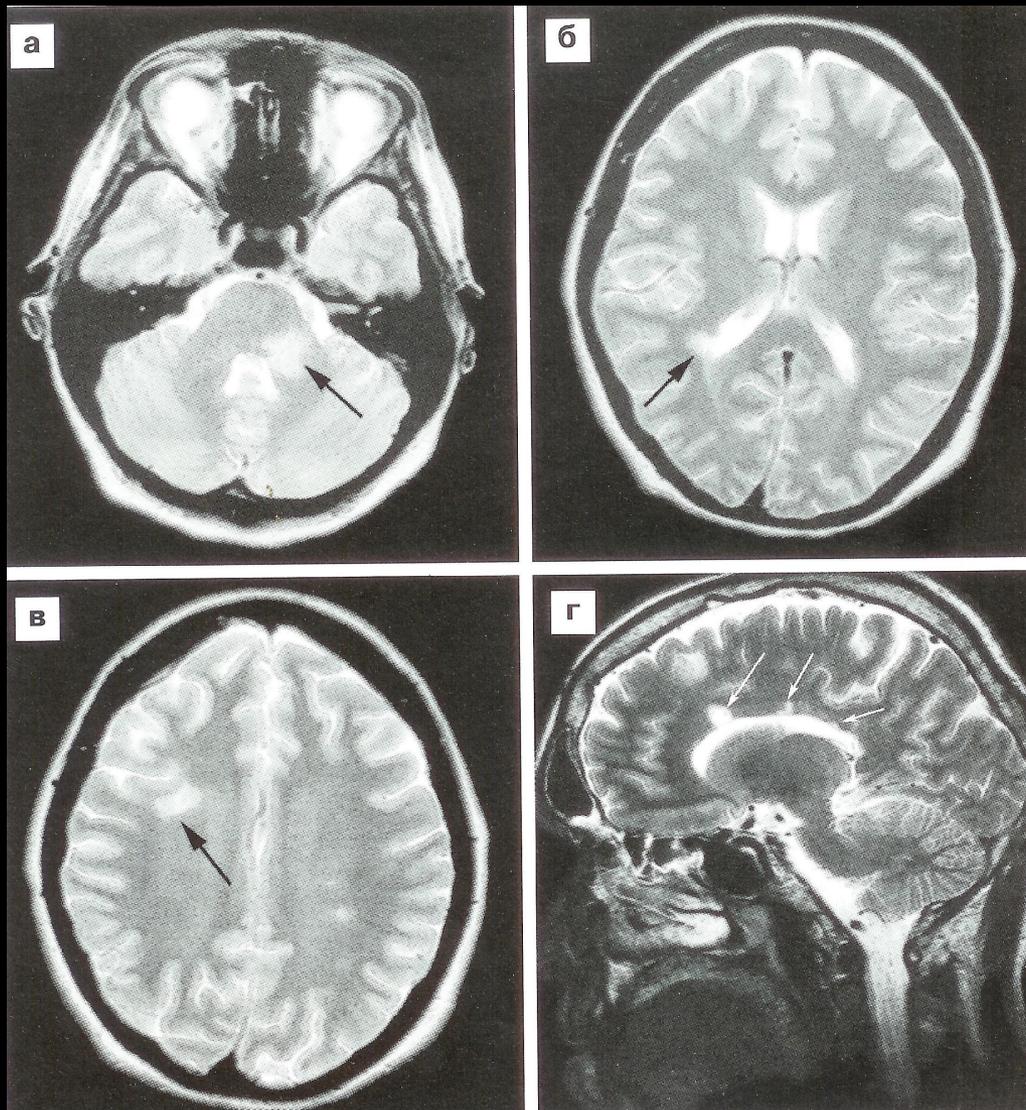


L

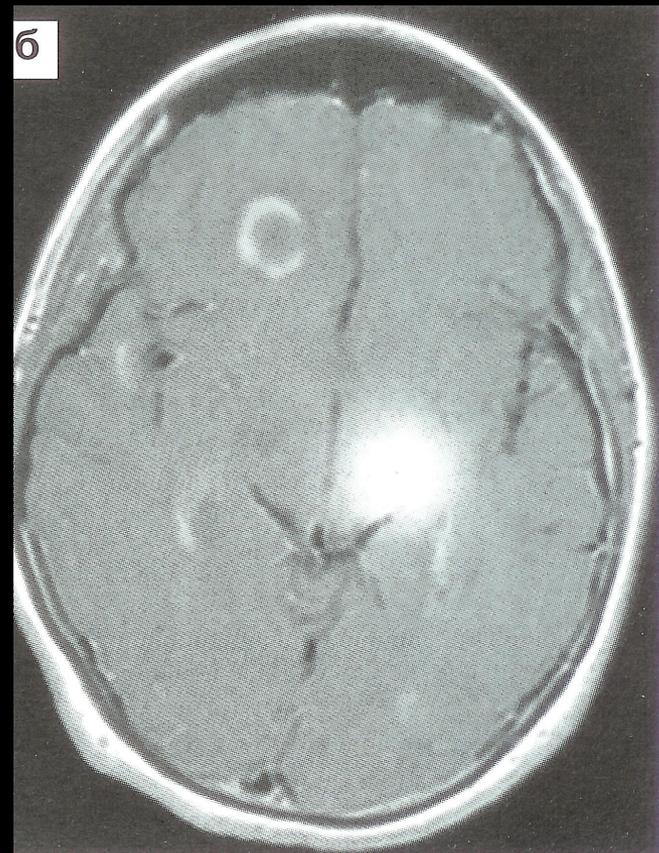
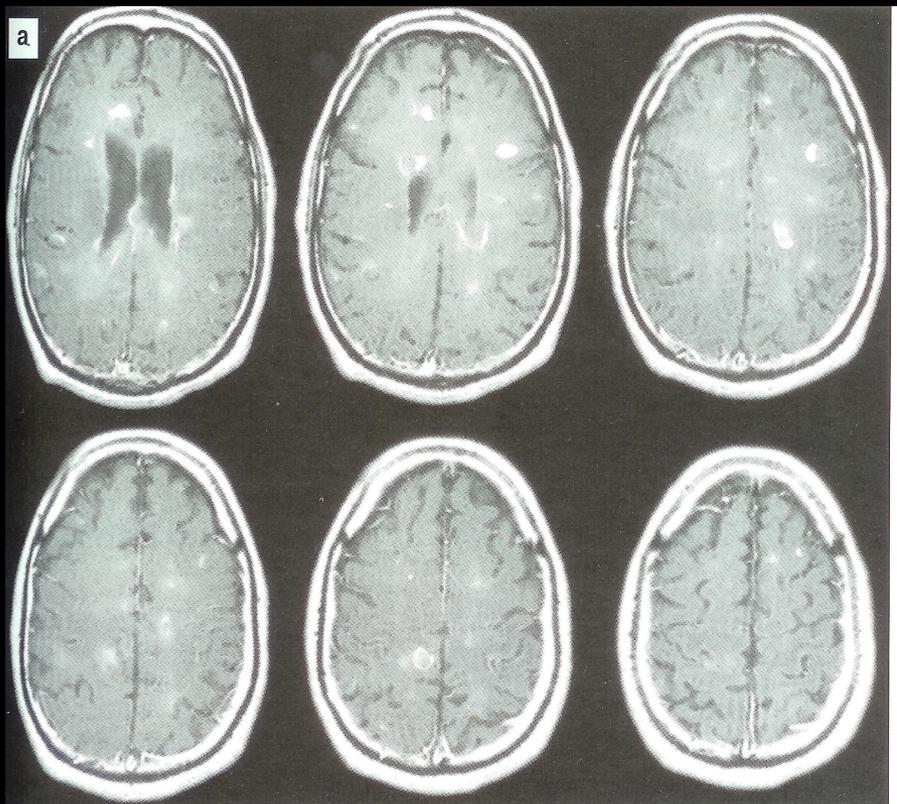
Slice: 7  
Sp: 19  
W 80 L 56

SE 2600/130 10mm Transversal





**МРТ. Очаговое поражение при  
рассеянном склерозе**



**МРТ с контрастированием при  
рассеянном склерозе**

19 OCT 88 08:56



P

Slice: 3  
Sp: 1  
W 190 L 110

PS 400/40 7mm Sagittal

19 OCT 88 08:56



P

Slice: 1  
Sp:  
W 190 L

PS 400/40 7mm Sagittal

19 OCT 88 09:22



P

Slice: 4  
Sp: 3  
W 190 L 116

PS 1500/60 7mm Sagittal

19 OCT 88 09:22



P

Slice: 3  
Sp:  
W 190 L

PS 1500/60 7mm Sagittal

25 OCT 88 13:56

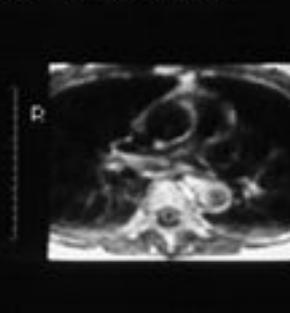


P

Slice: 11  
Sp: 0  
W 160 L 102

PS3D 65/25 5mm Sagittal

25 OCT 88 14:26



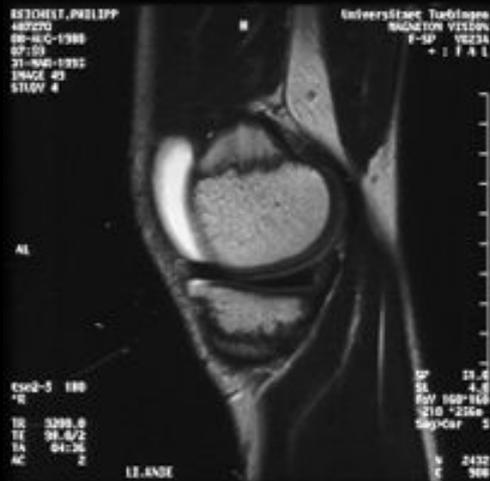
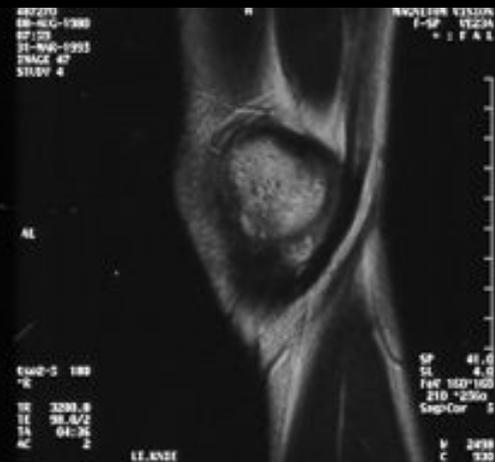
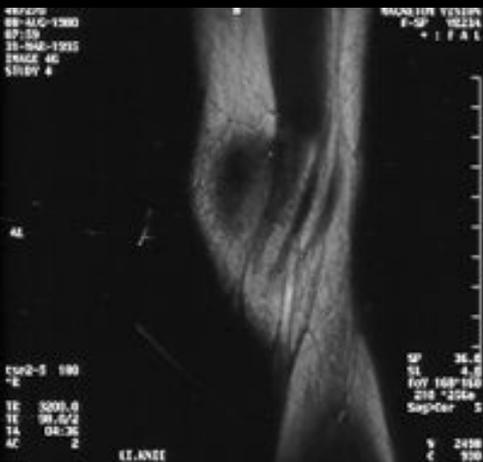
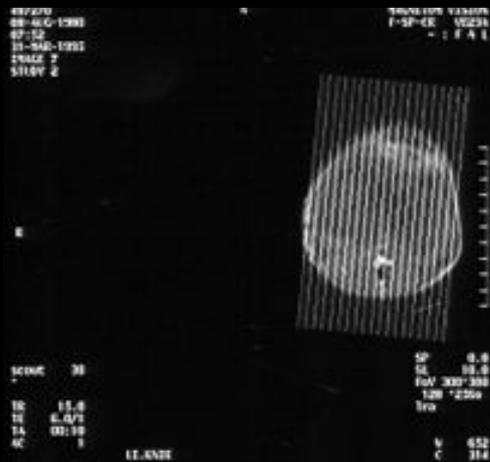
L

Slice: 11  
Sp:  
W 80 L

PS 250/40 10mm Transversal

25 OCT 88 14:26

25 OCT 88 14:27



19 OCT 88 19:24



Slice: 1  
Sp: - 9  
W 100 L 57

PS 300/40 7mm Sagittal

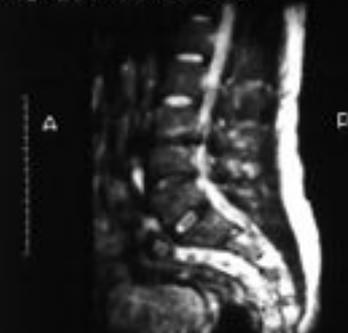
19 OCT 88 19:24



Slice:  
Sp: -  
W 100

PS 300/40 7mm Sagittal

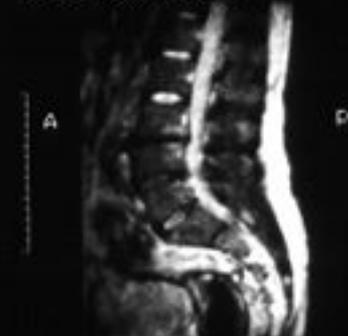
19 OCT 88 20:13



Slice: 3  
Sp: - 7  
W 110 L 68

PS 1500/60 7mm Sagittal

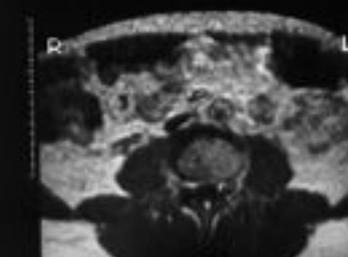
19 OCT 88 20:13



Slice  
Sp:  
W 110

PS 1500/60 7mm Sagittal

19 OCT 88 19:45



Slice: 1  
Sp: 45  
W 110 L 71

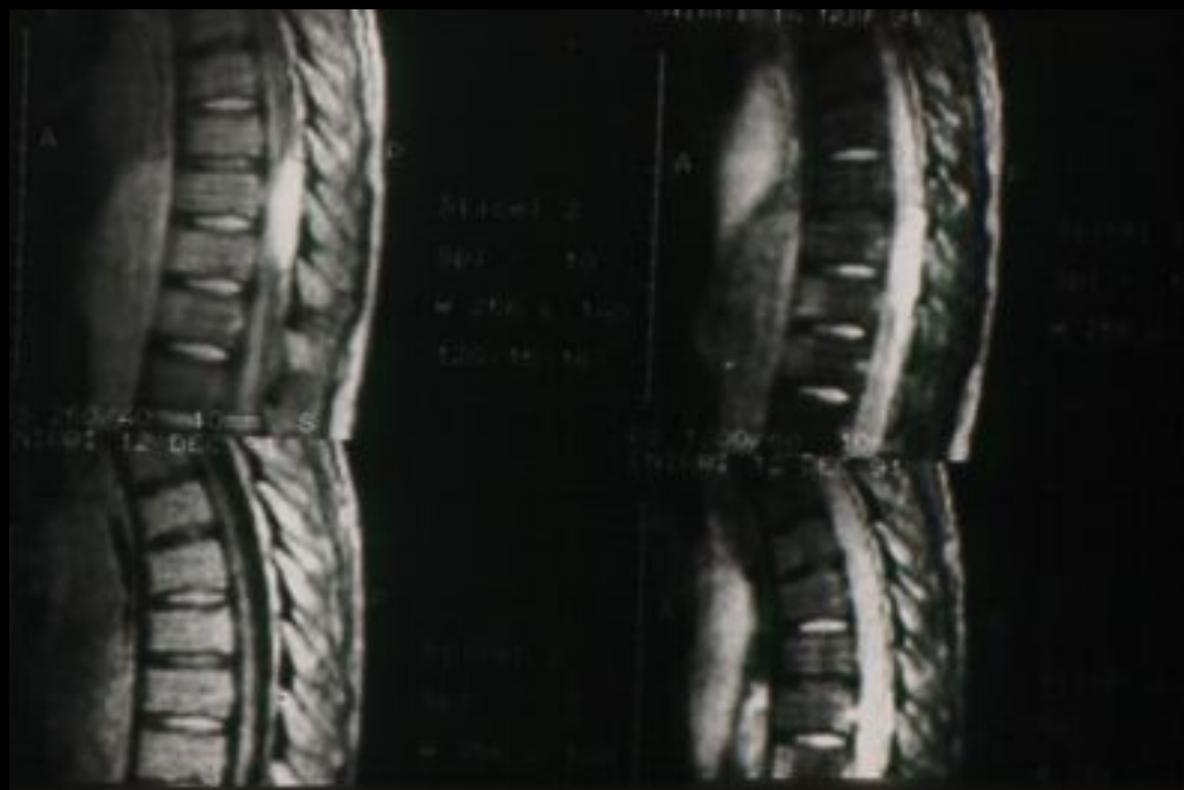
PS 250/40 7mm Transversal

19 OCT 88 19:45

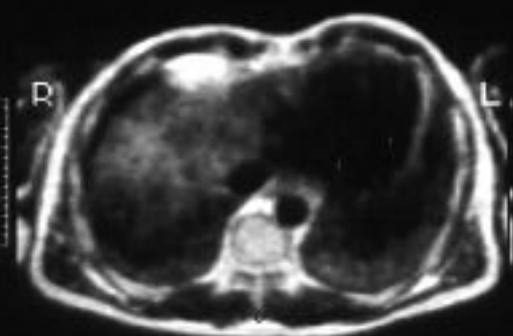


Slice  
Sp:  
W 110

PS 250/40 7mm Transversal



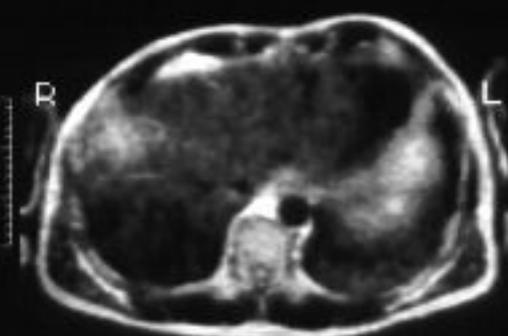
18 OCT 88 11:22



Slice: 1  
Sp: 54  
W 140 L 86

SE 1500/100 15mm Transversal

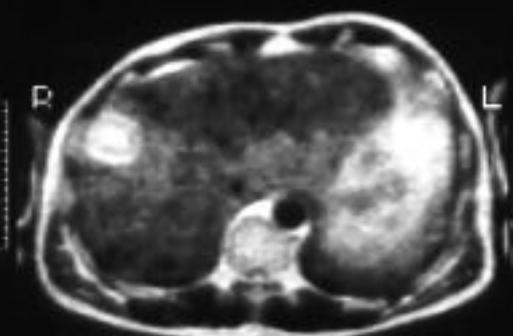
18 OCT 88 11:22



Slice: 2  
Sp: 3  
W 130 L

SE 1500/100 15mm Transversal

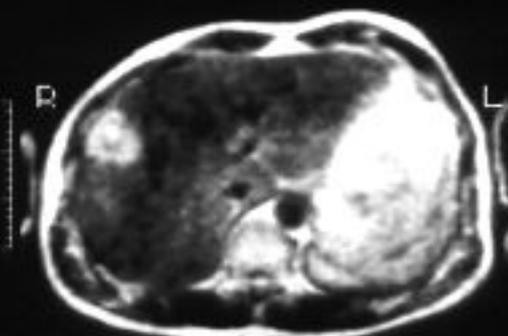
18 OCT 88 11:22



Slice: 3  
Sp: 24  
W 140 L 92

SE 1500/100 15mm Transversal

18 OCT 88 11:23



Slice: 4  
Sp:  
W 140 L

SE 1500/100 15mm Transversal



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Виды МРТ:

1. **Рутинная** (T1-T2 взвешенные изображения)

2. **Диффузионная МРТ**

- диффузионно-взвешенная - оценка диффузии протонов в различных тканях (в мозговой ткани выявление участков ишемии на ранних стадиях)
- диффузионно-тензорная (для визуализации проводящих путей головного мозга)



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Виды МРТ:

- 3. Перфузионная МРТ** – оценка гемодинамики с использованием парамагнитных контрастных веществ
- 4. Функциональная** – картирование активности мозга путем измерения нейрональной активации головного мозга в ответ на стимуляцию моторных, сенсорных и др. зон коры головного мозга
- 5. МР ангиография**



## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

Методы лучевого исследования ЦНС. Лучевая диагностика заболеваний головного и спинного мозга

### Виды магнитно-резонансных томографов

#### ■ МР сканеры I поколения (80 – е годы)

низкопольные (0,1 – 0.3 Тл) магниты на основе импульсной последовательности спинового ЭХО (стандартные режимы)

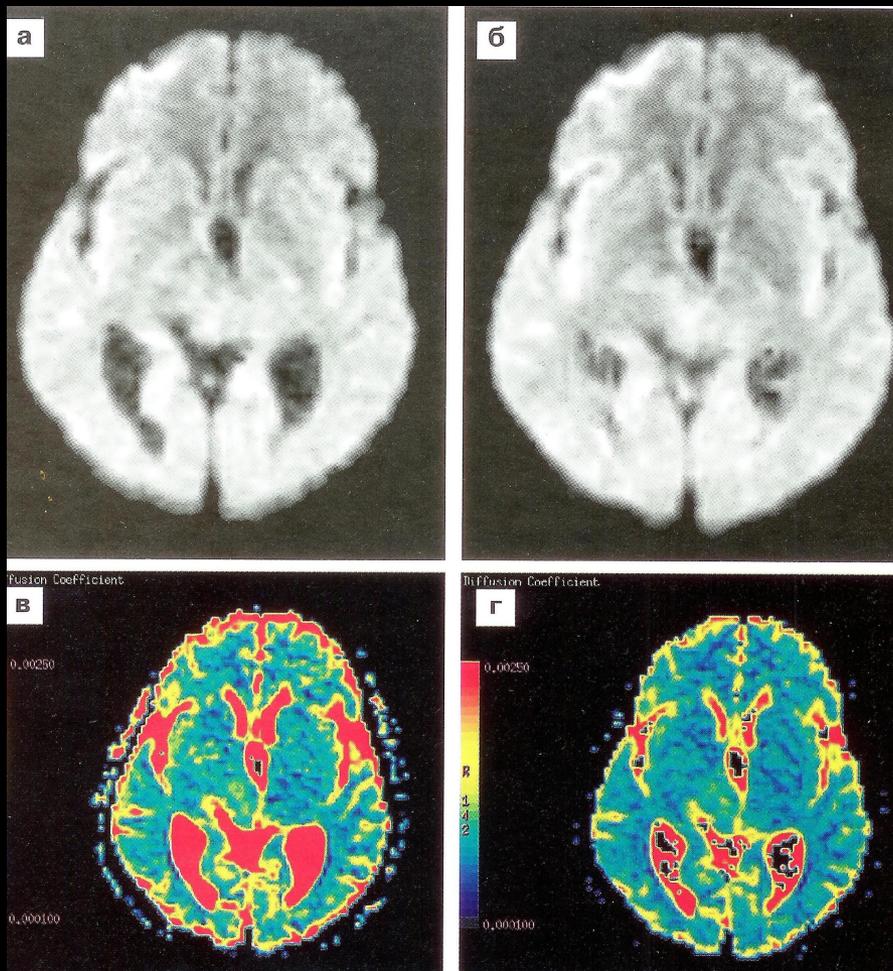
#### ■ МР сканеры II поколения (90 – е годы)

Магниты с напряжением магнитного поля 1–1,5Тл. Использование «быстрых» и «низкоугловых» импульсных последовательностей (МР-ангиография)

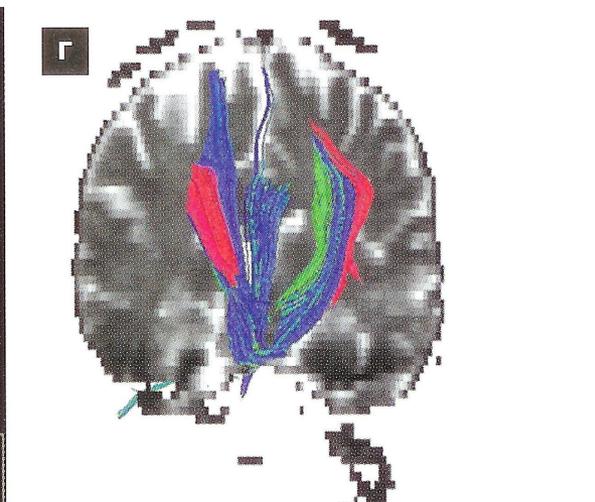
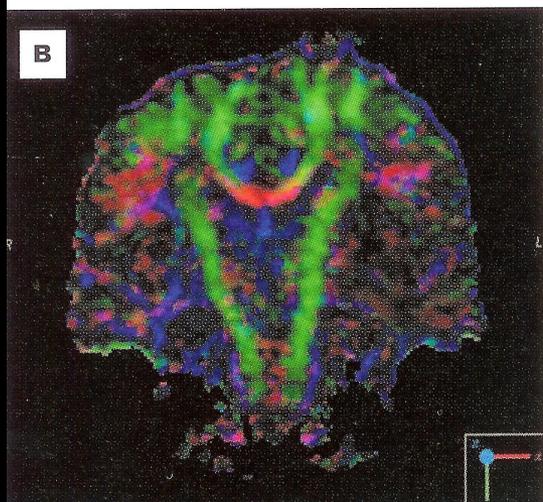
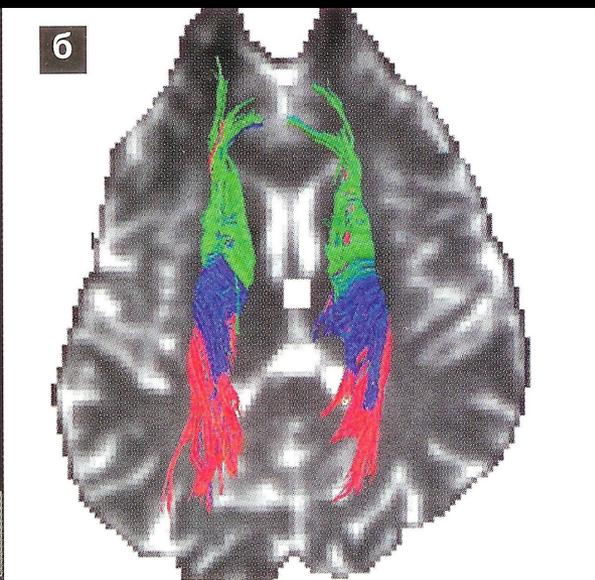
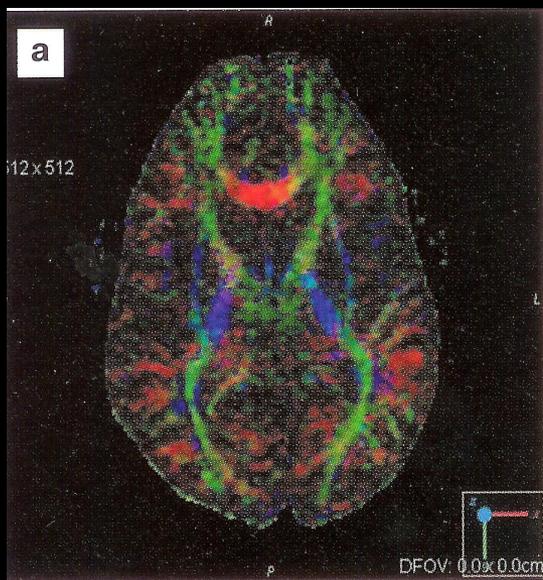
#### ■ МР сканеры III поколения (1,5 ТЛ и выше)

(стандартные, «быстрые» и эхопланарные методы сканирования)

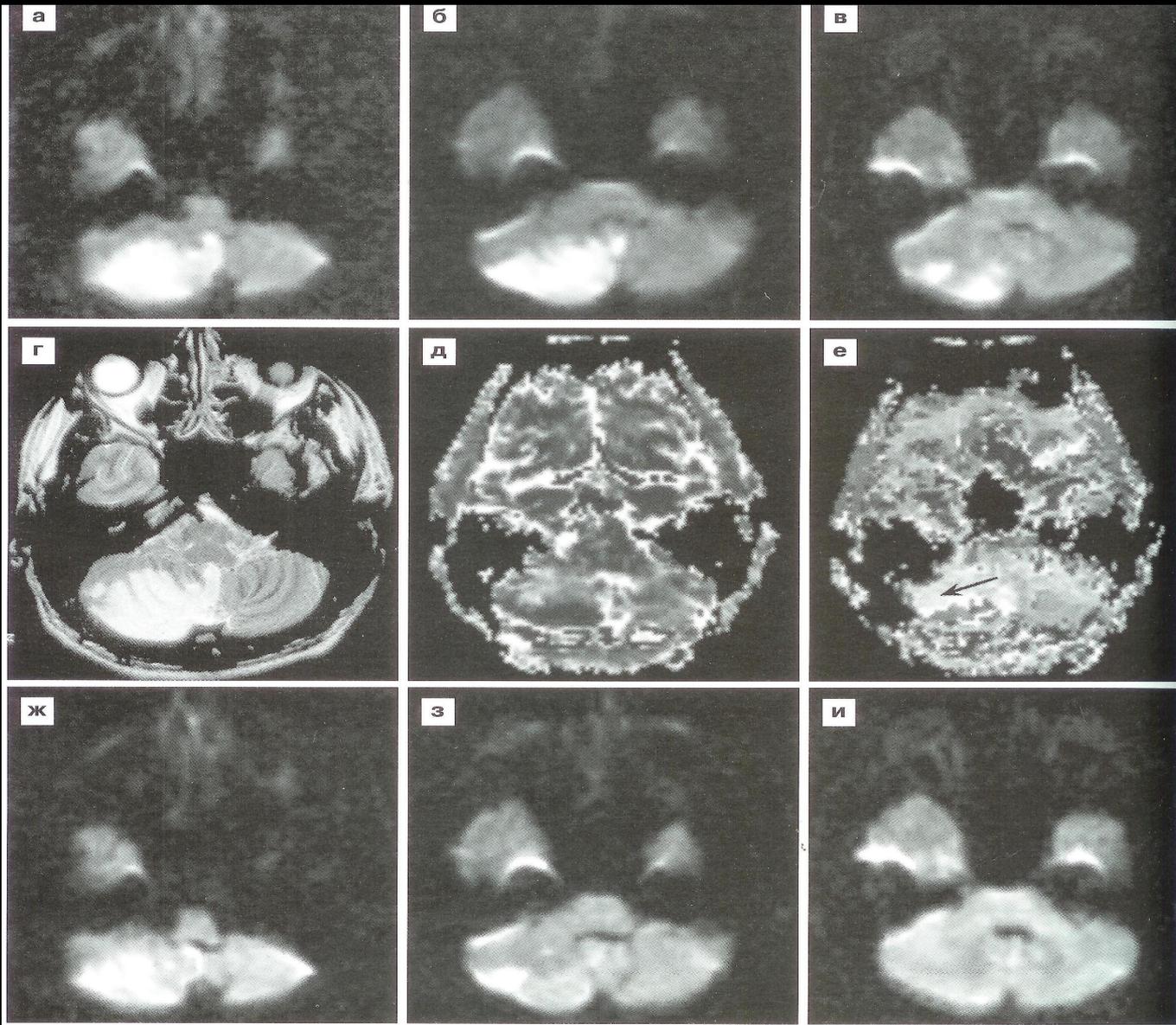
МР спектрометрия – получение изображений, взвешенных по химическому сдвигу



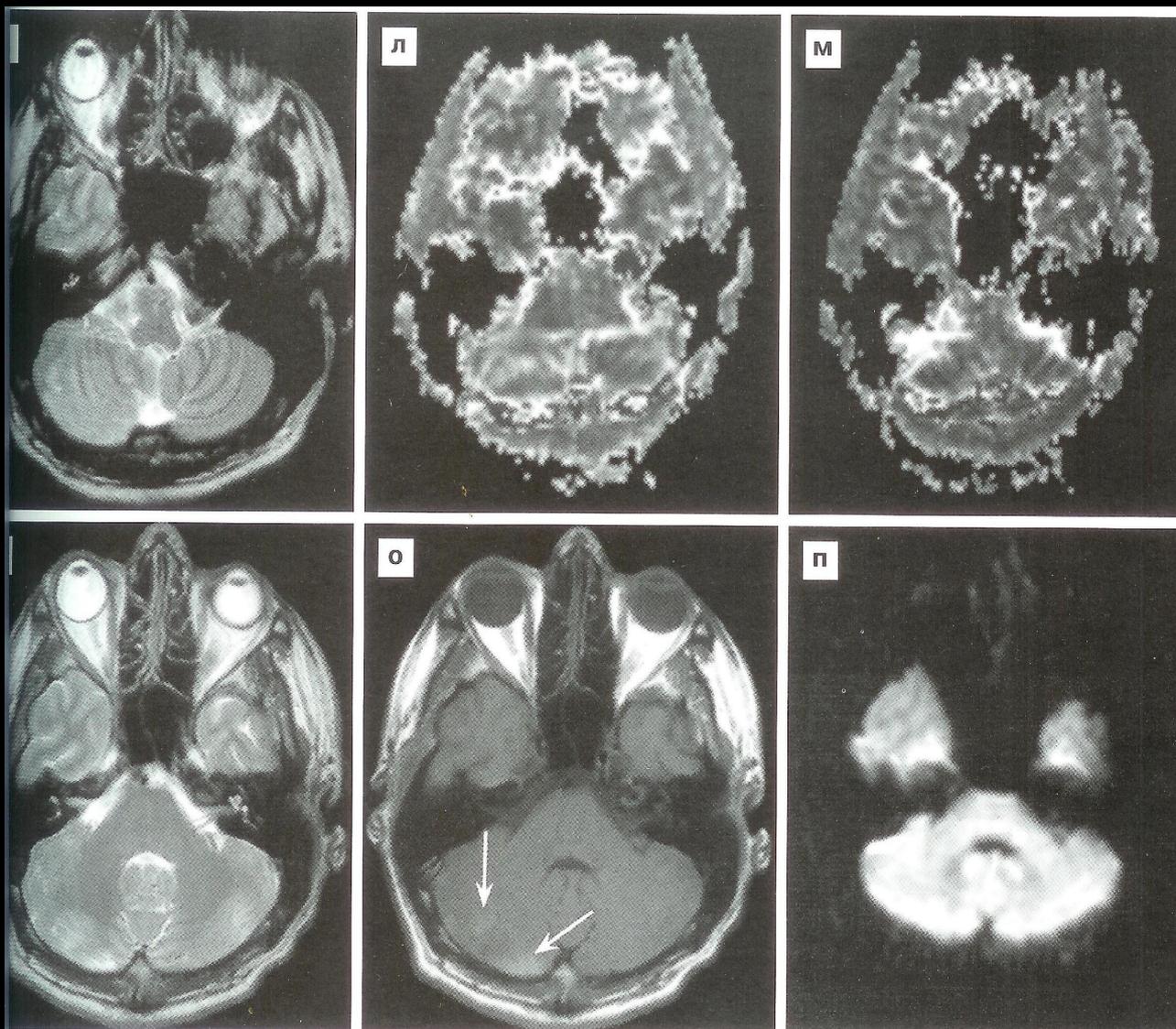
# Диффузионная МРТ



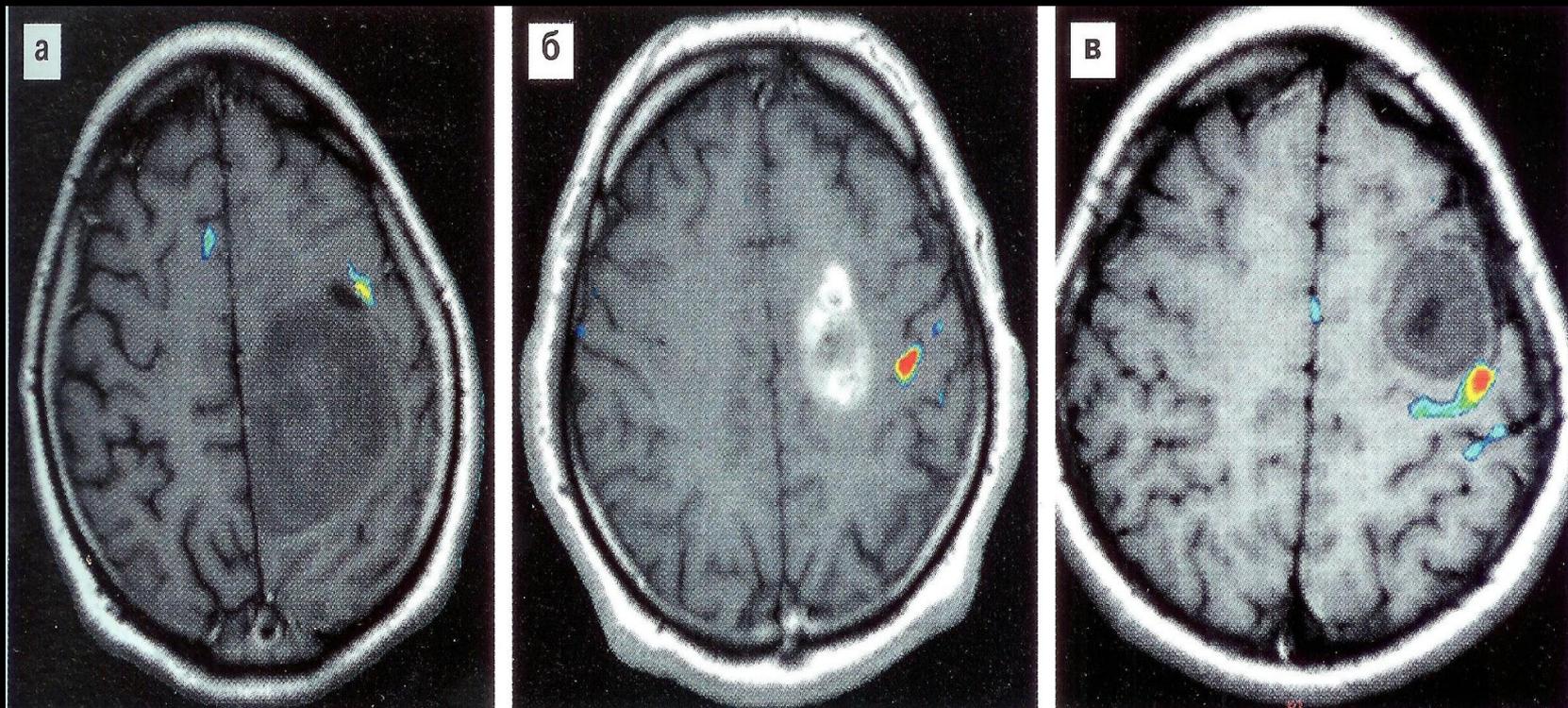
# Трактография



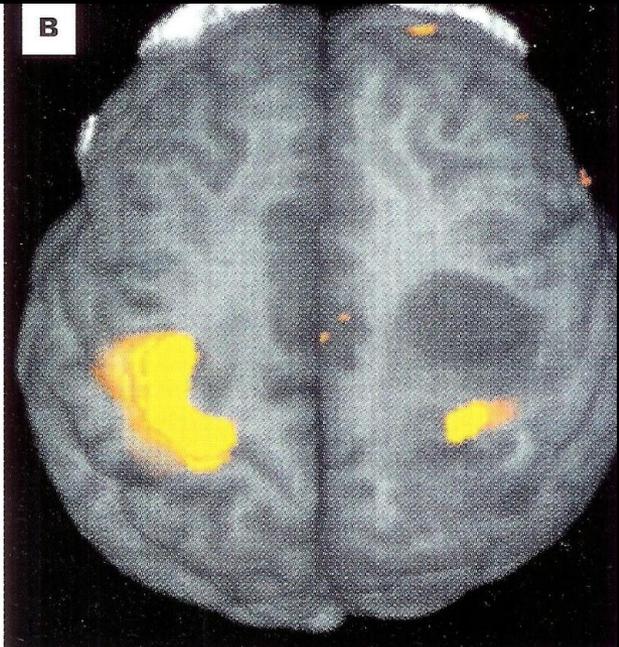
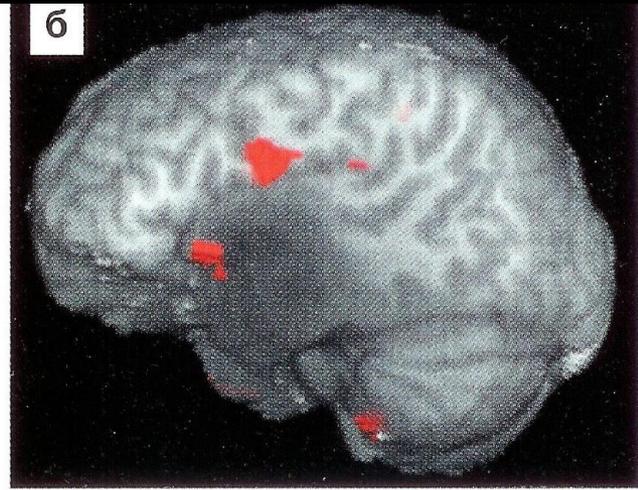
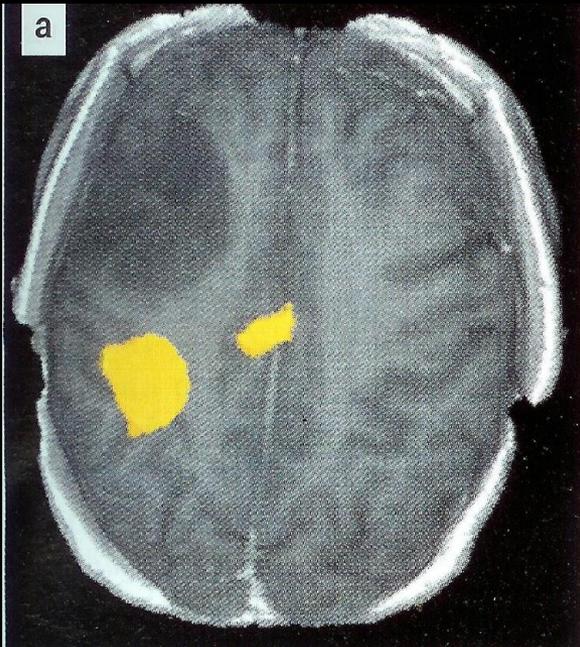
Перфузионная МРТ



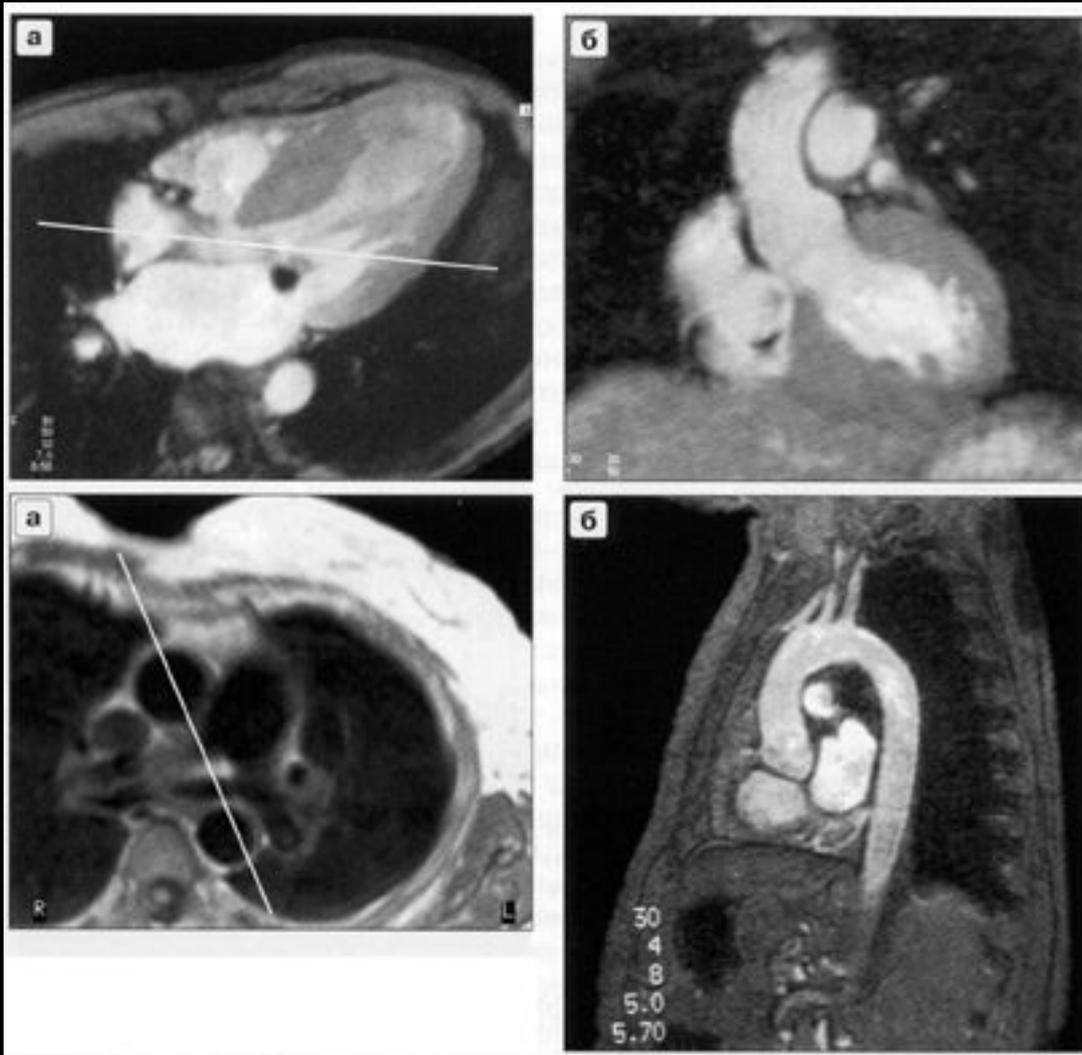
Перфузионная МРТ



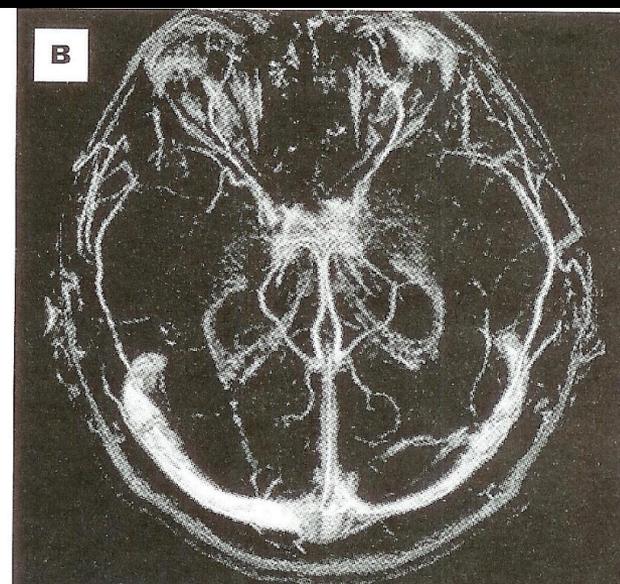
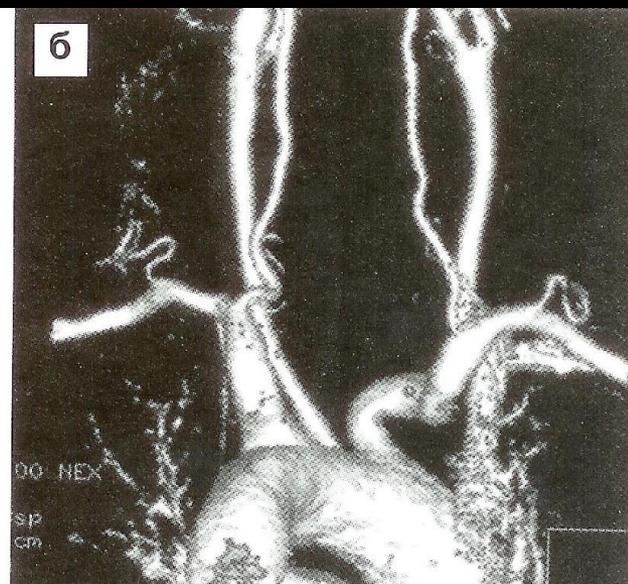
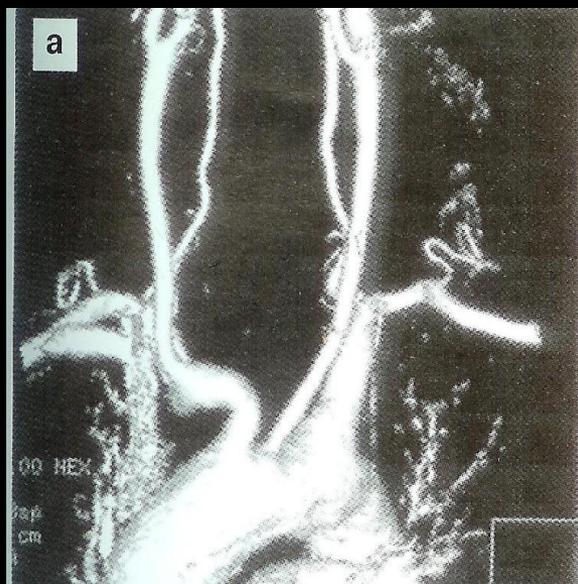
## Функциональная МРТ



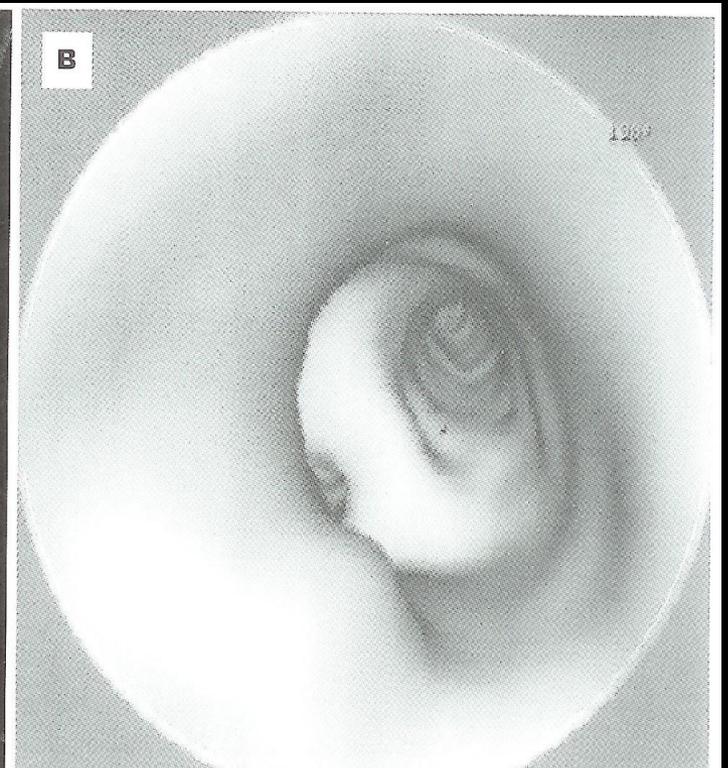
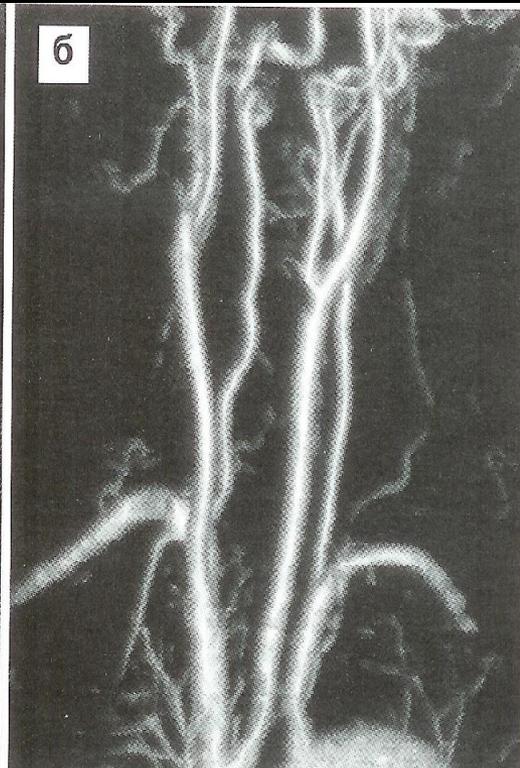
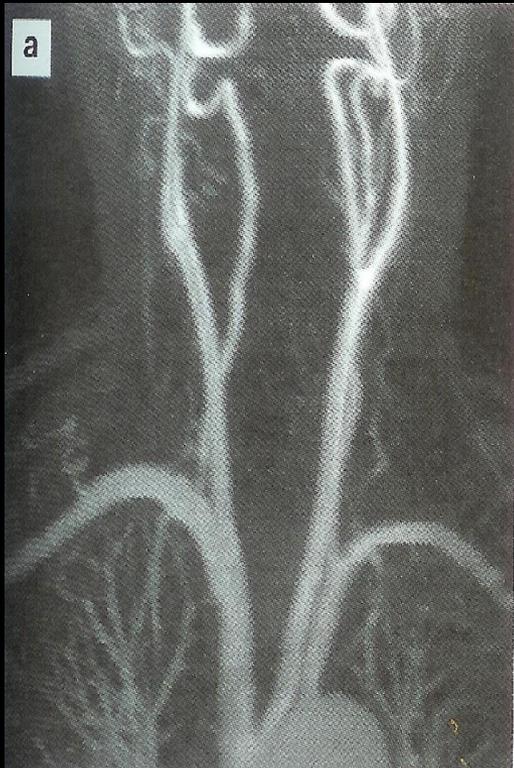
# Функциональная МРТ



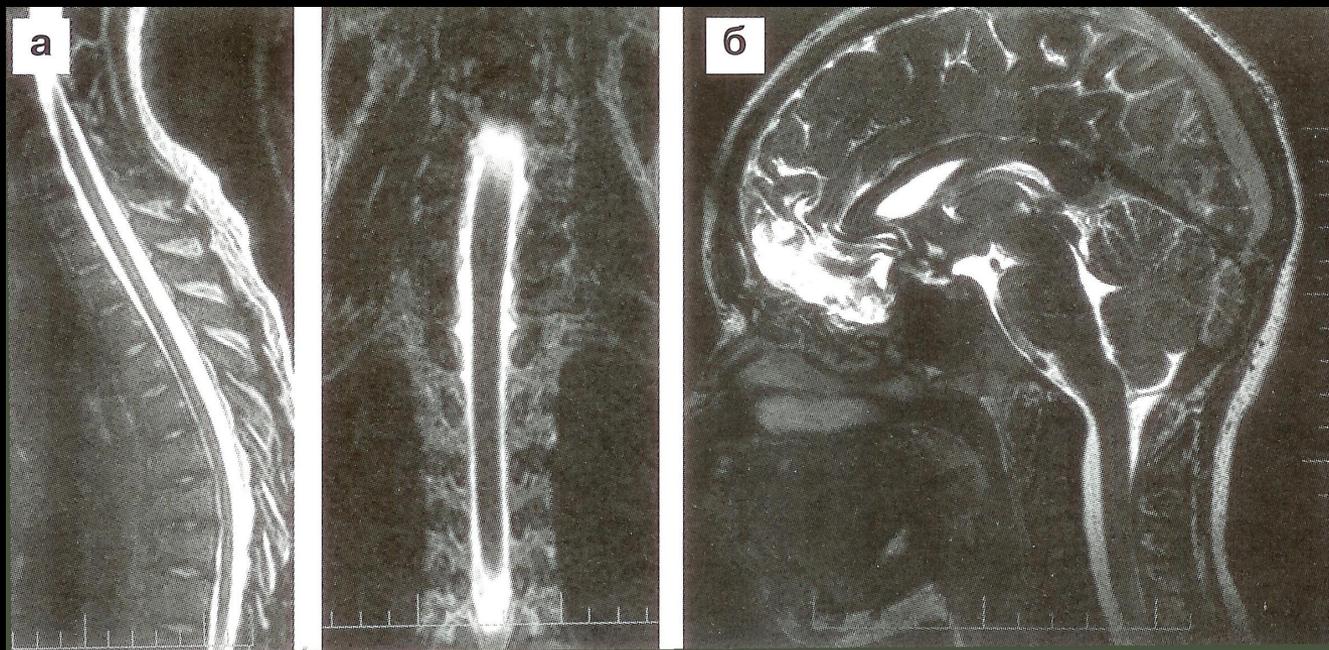
**MR - ангиография**



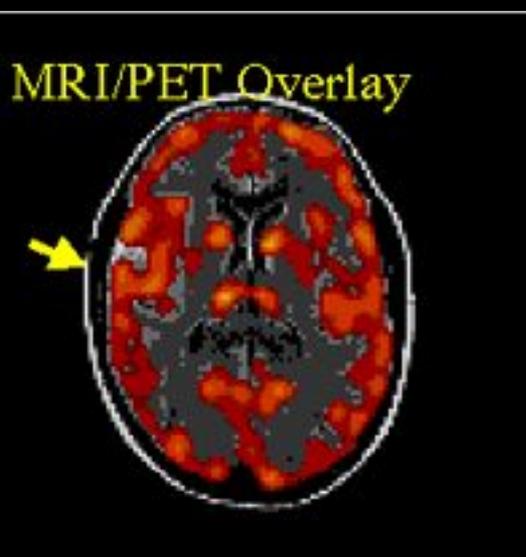
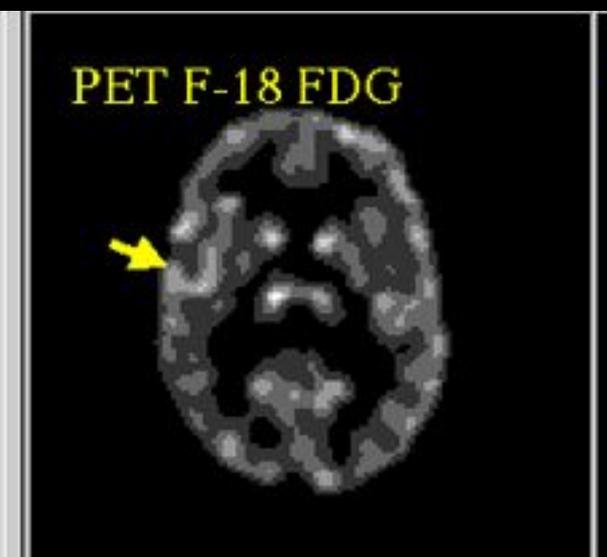
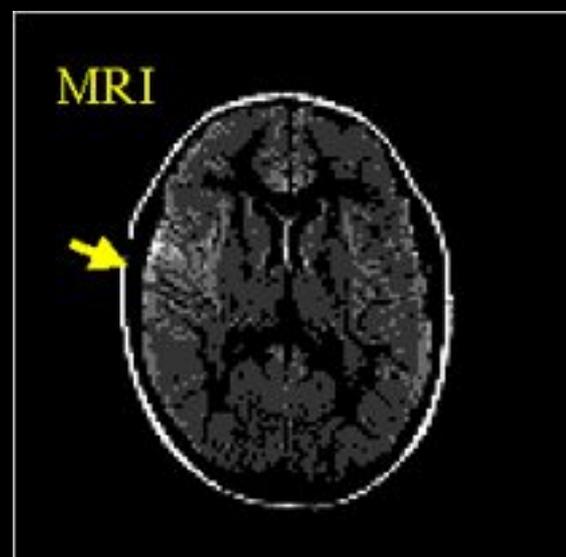
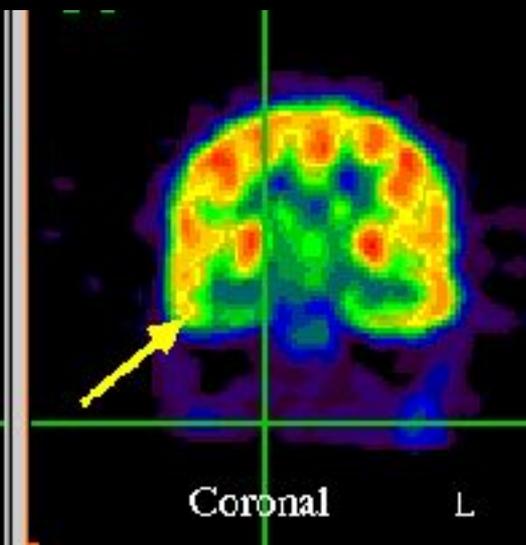
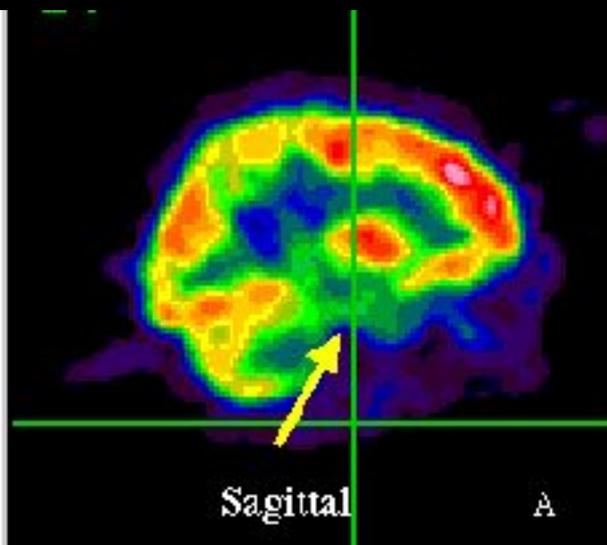
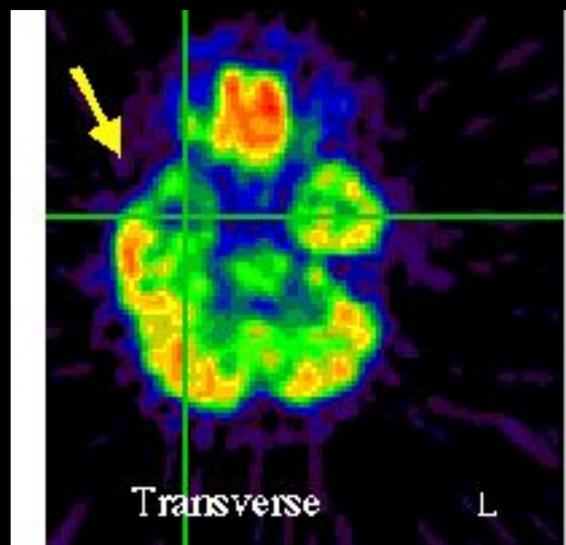
**MR - ангиография**



**MR - ангиография и виртуальная  
эндоскопия**



**MP - миело, и цистернография**





# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕНТГЕНОЛОГИИ

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Магнитно-резонансная спектроскопия

- определение с очень большой точностью и чувствительностью химического состава вещества

- ✓ МР-спектроскопия тканей (в пробирке)
- ✓ прижизненная спектроскопия (определение внутриклеточного рН, концентрации АТФ, АДФ, креатинфосфата, содержание глюкозы в миокарде, пальмитиновой кислоты в головном мозге)

