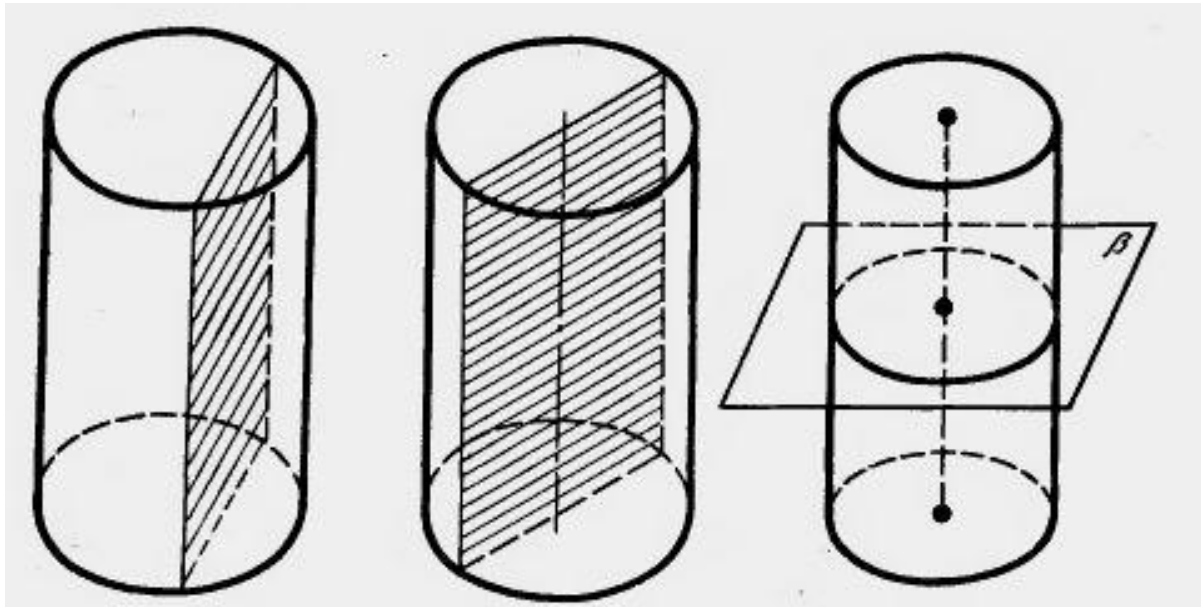


# Перспективы использования МРТ в доклинических исследованиях

Абакумов Максим Артёмович  
ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И.  
Пирогова

# Томография

- **Томография** (др.-греч. *τομή* — сечение) — получение послойного изображения внутренней структуры объекта



# Томография

- Деструктивная (биотомия, гистологические срезы)
- Реконструктивная (КТ, МРТ, ПЭТ, оптическая томография)

# Физические основы МРТ.

## Ядерный спин.

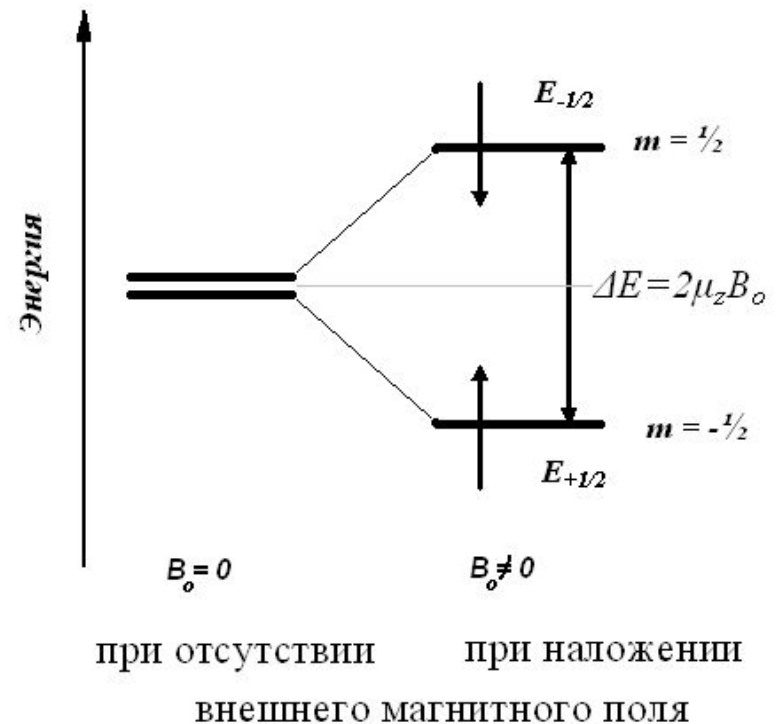
- Ядерный спин не равный 0 имеют ядра с нечётным массовым числом ( $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$ )



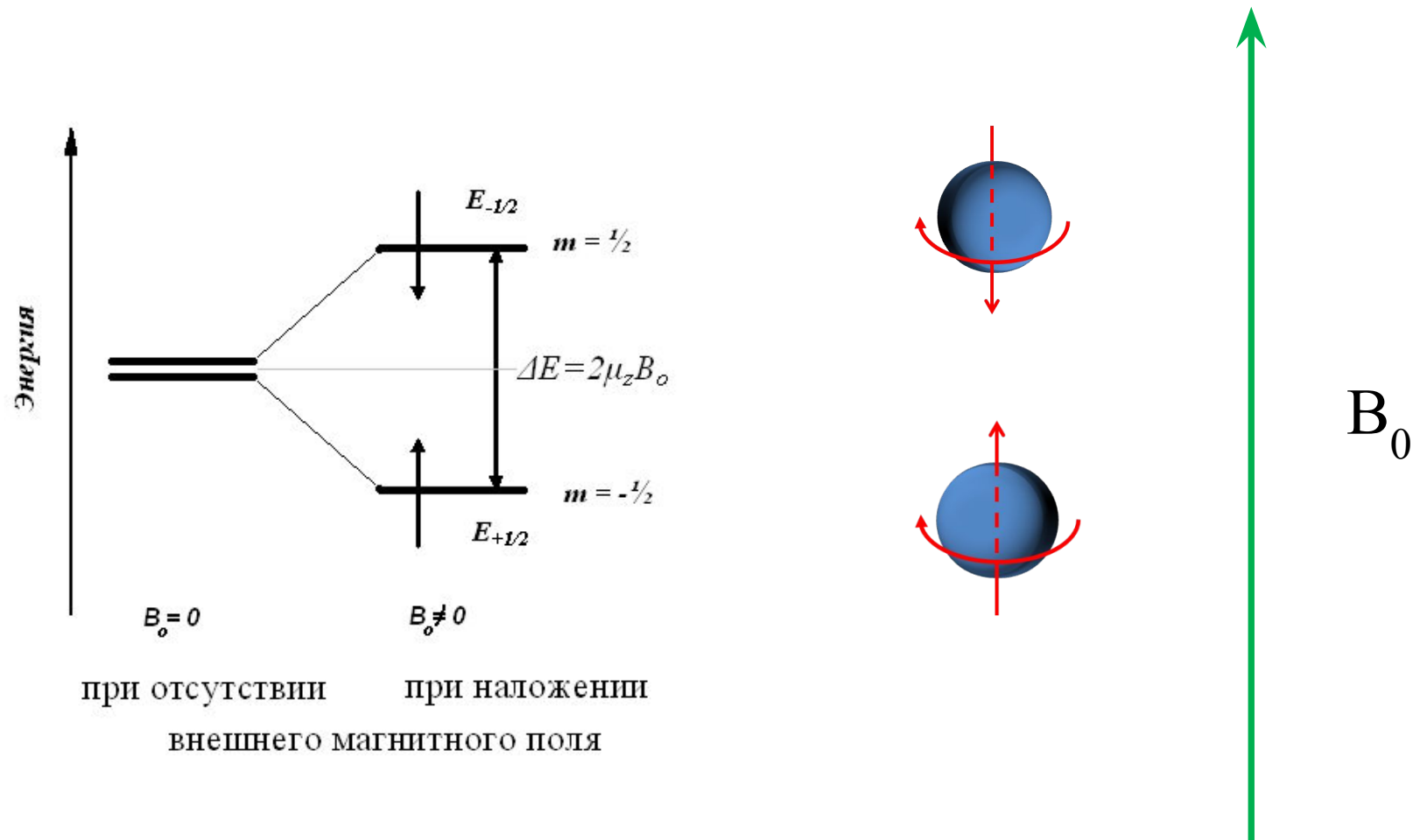
# Физические основы МРТ

## Эффект Зеемана

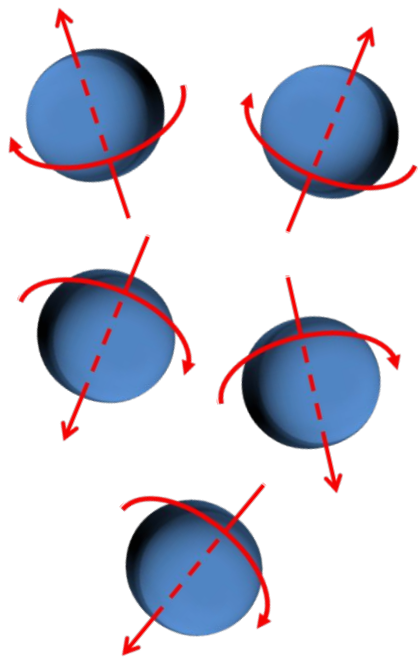
- Ядра атомов с нечётным ядерным спином при помещении во внешнее магнитное поле могут иметь различную ориентацию.



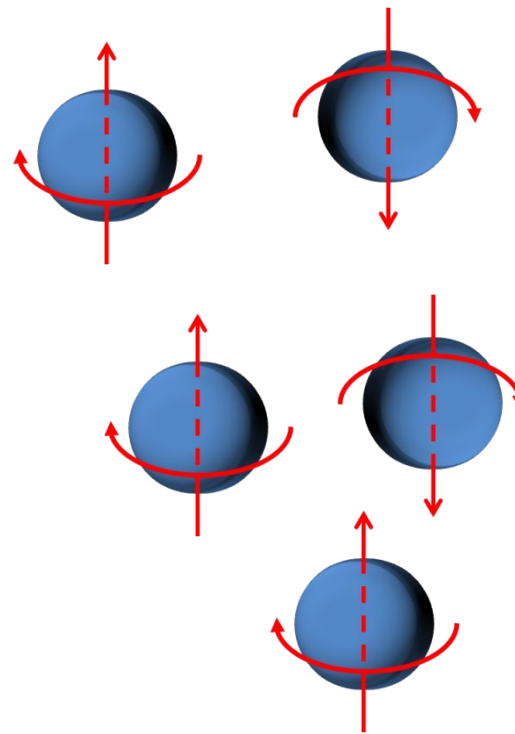
# Физические основы МРТ. Эффект Зеемана.



# Физические основы МРТ. Эффект Зеемана.



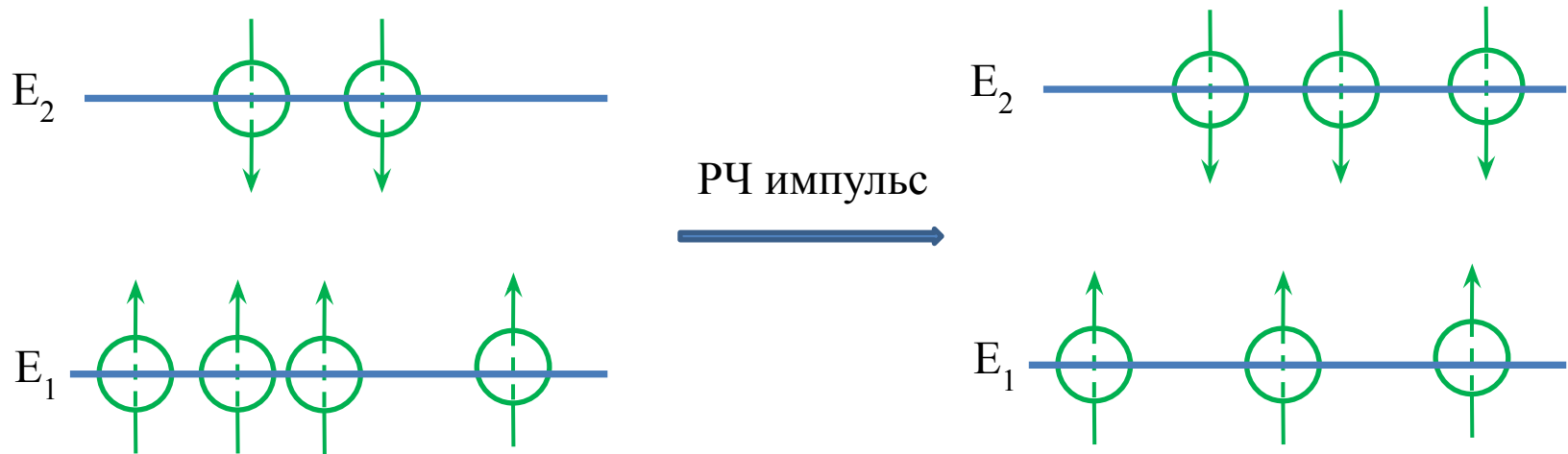
$B_0 = 0$



$B_0 \neq 0$



# Физические основы МРТ. Эффект Зеемана.



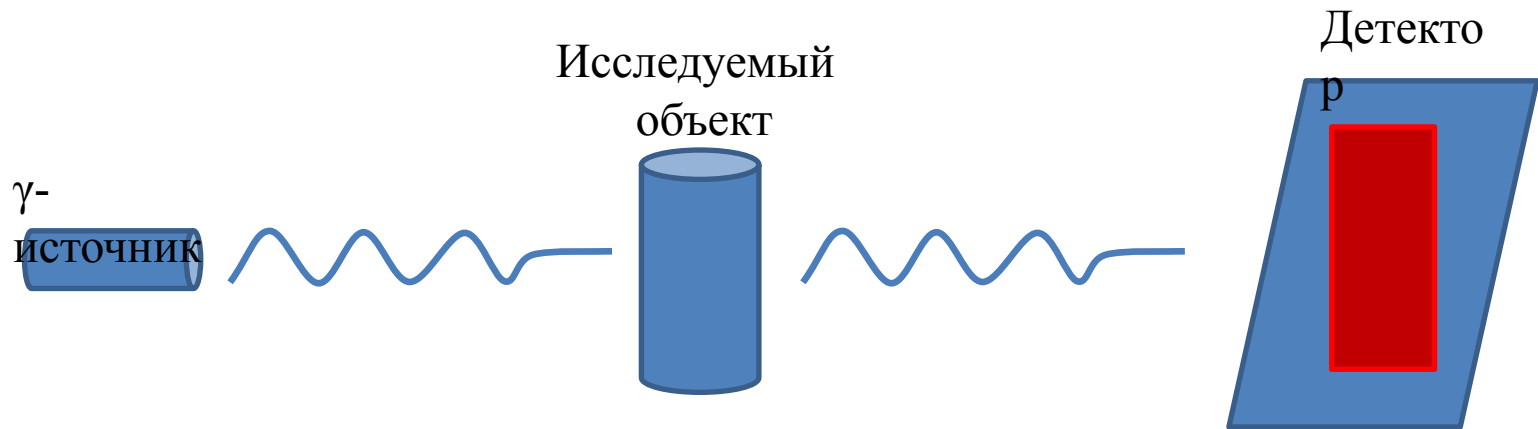
$$E = h\nu = \gamma B_0$$

$$\gamma(\text{H}) = 42,6 \text{ МГц/Тл}$$



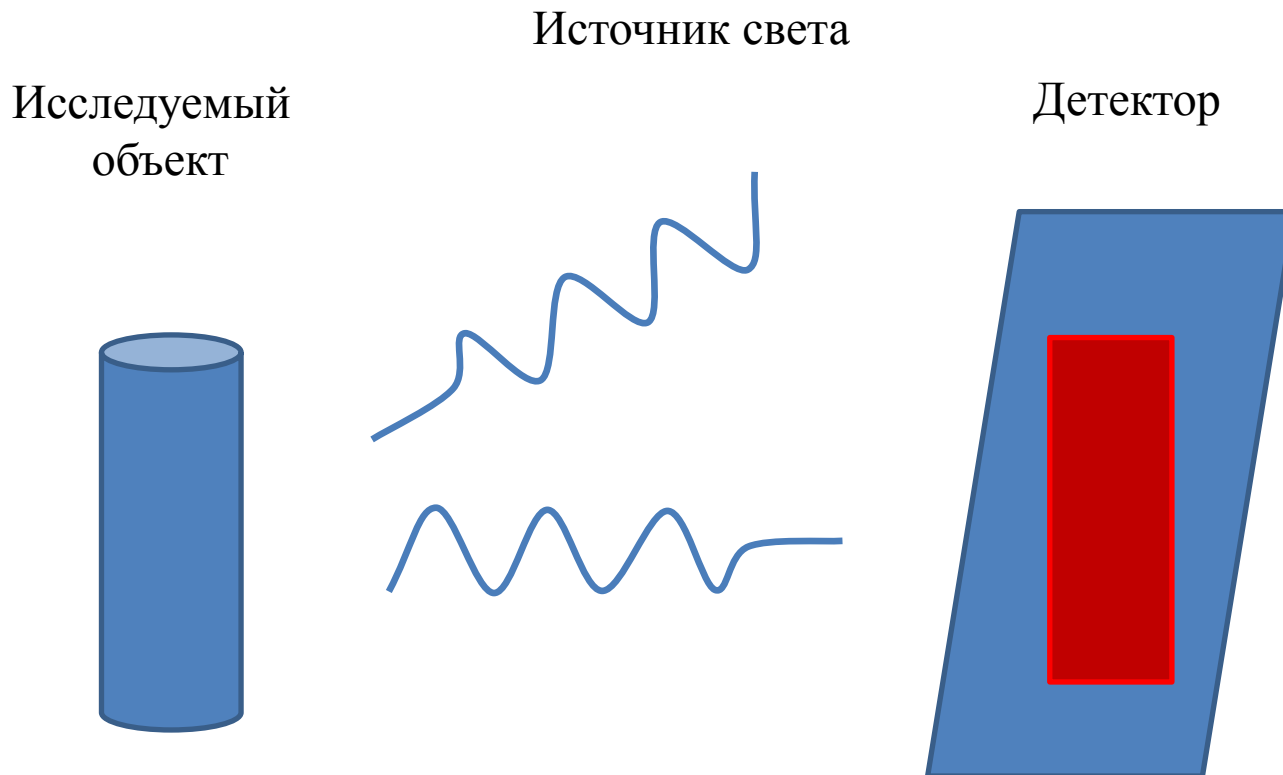
# Физические основы МРТ. Получение сигнала

**Рентгенография, компьютерная томография**



# Физические основы МРТ. Получение сигнала

## Оптическая томография



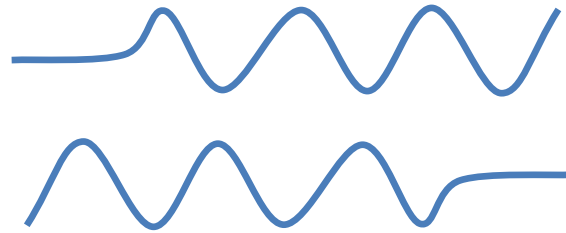
# Физические основы МРТ. Получение сигнала

**МРТ**

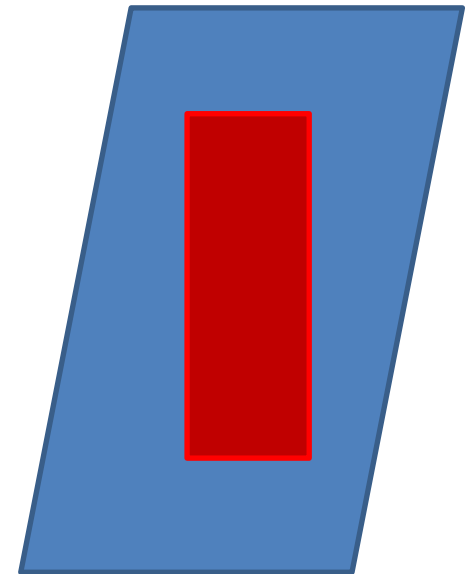
Исследуемый  
объект



Возбуждающий ЭМИ-импульс



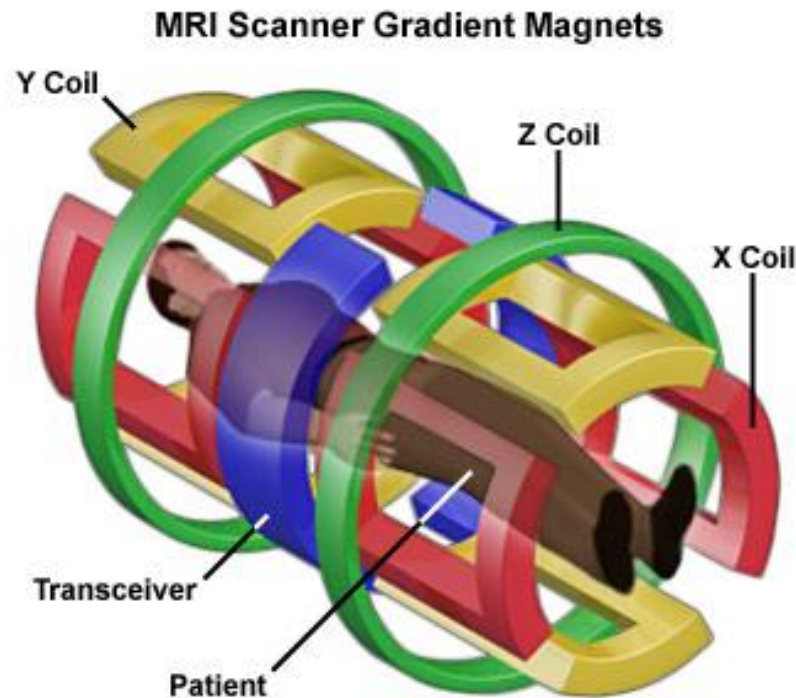
Принимаемый ЭМИ-импульс



# Физические основы МРТ.

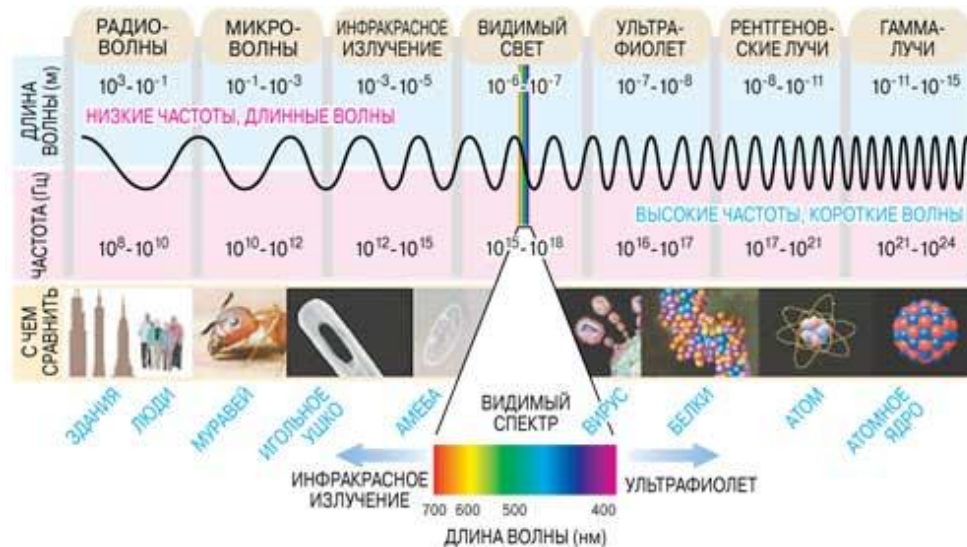
## Получение сигнала

- Передающе-принимающая катушка
- 3 ортогональные градиентные катушки.

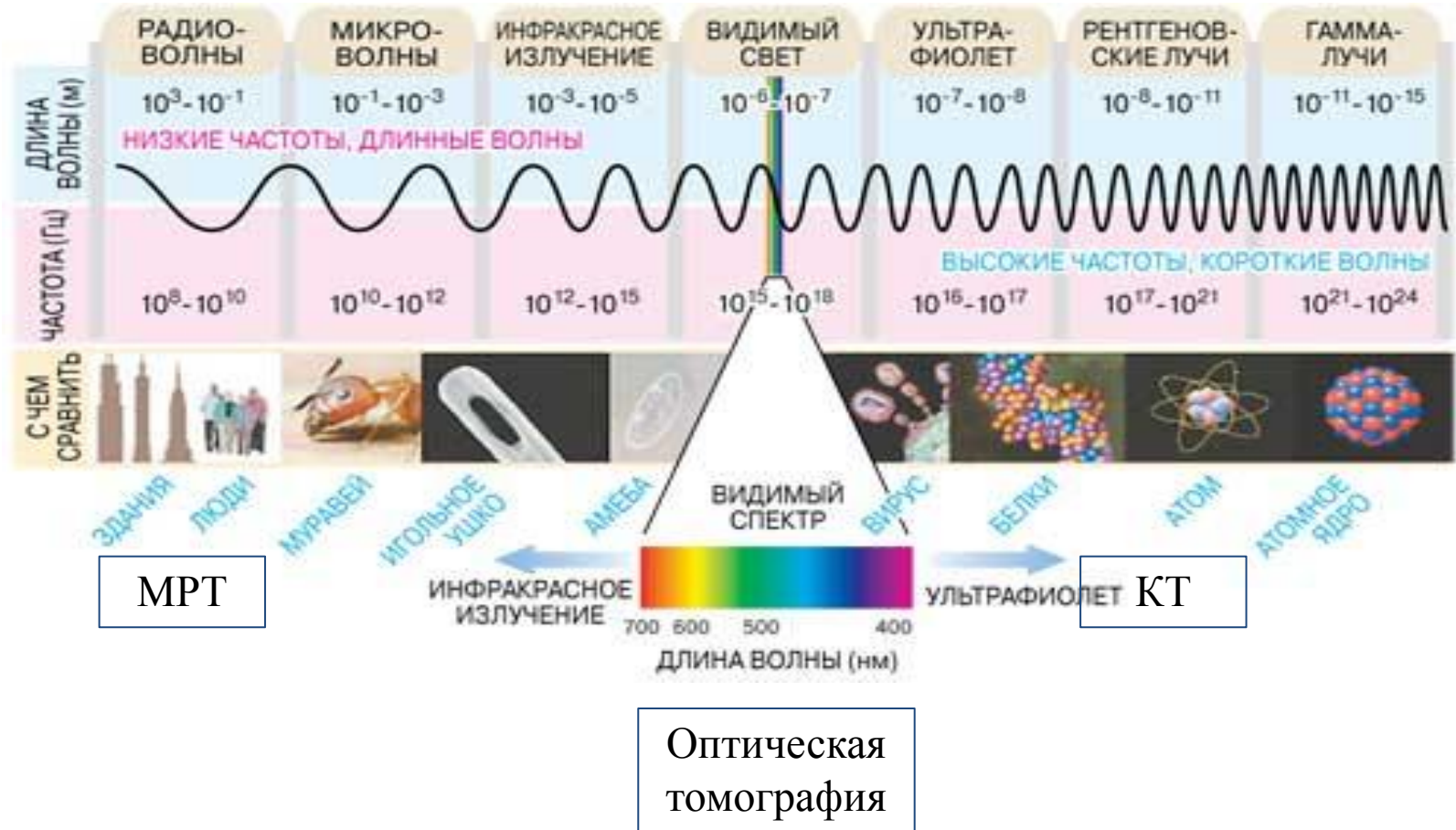


# Преимущества магнитно-резонансной томографии

- Неинвазивность. МРТ не нарушает внутренней целостности объекта.
- В МРТ не используется ионизирующее излучение
- Высокая скорость получения изображения

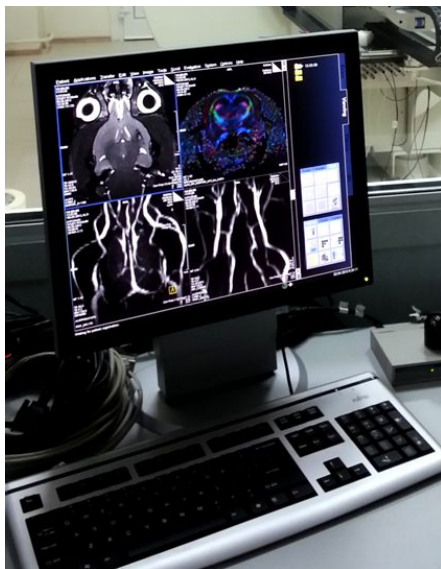


# Преимущества магнитно-резонансной томографии

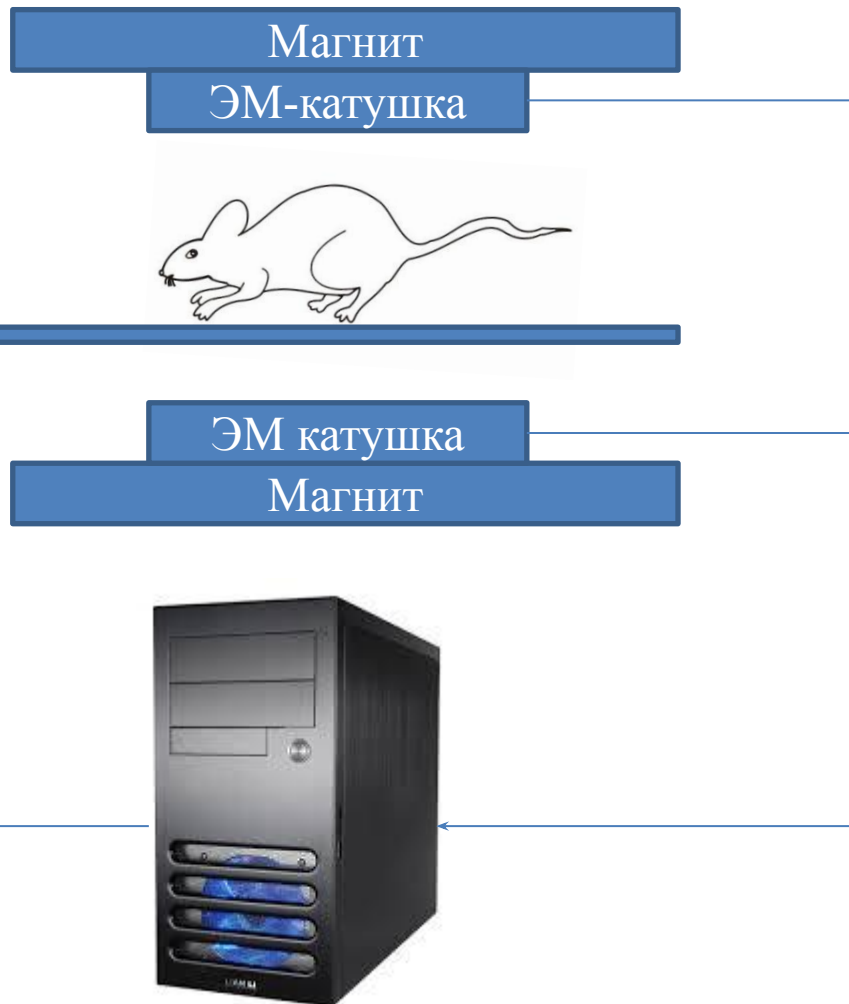


# Схема МР-томографа

Кроватка для  
животных

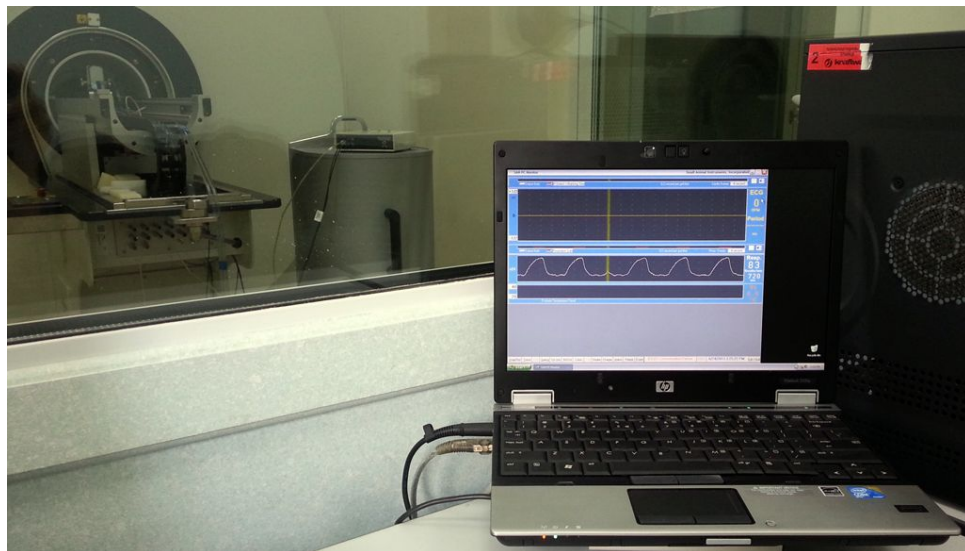
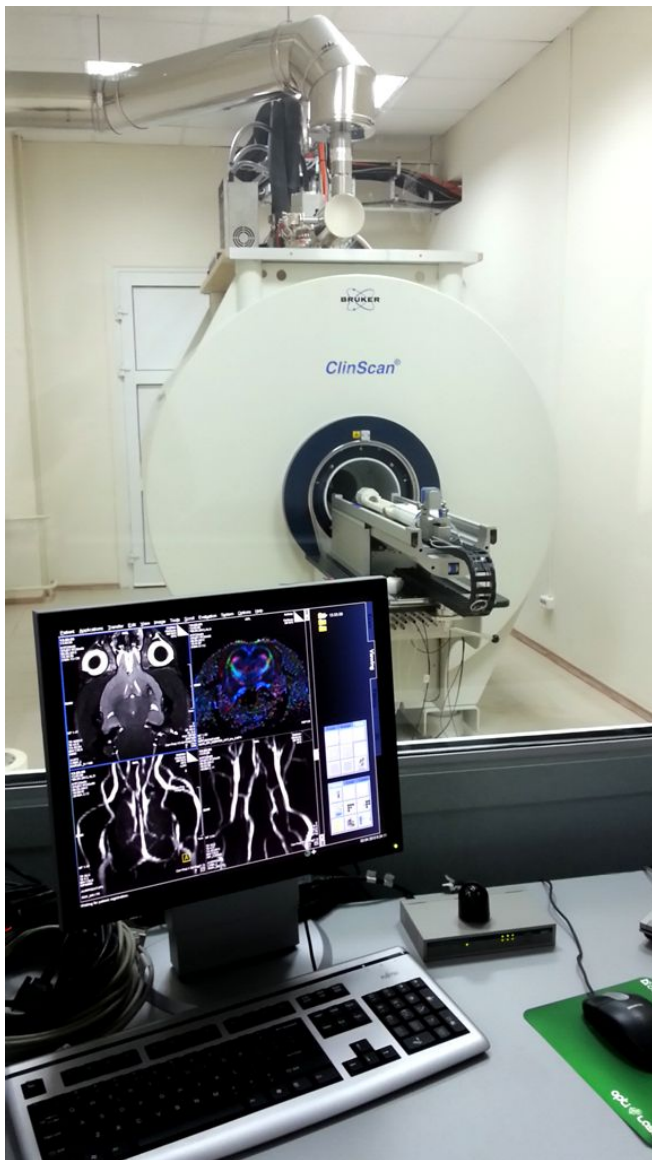


Постобработка и анализ



Обработка сигнала

# MR-томограф ClinScan 7T

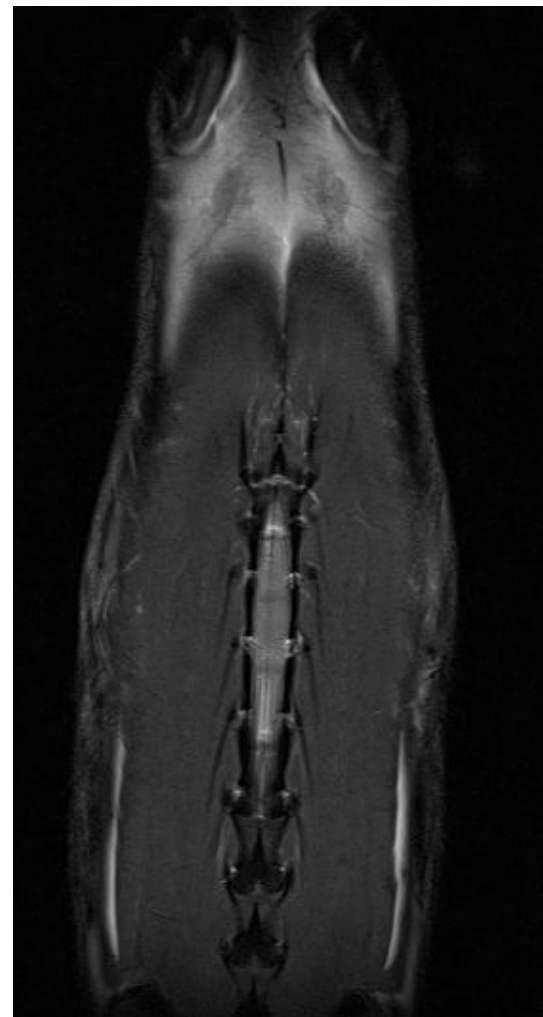




# Мониторинг состояния внутренних органов



T2 взвешенное  
изображение + подавление жира



T2 взвешенное  
изображение

# Мониторинг состояния внутренних органов



T1 взвешенное  
изображение



T2 взвешенное  
изображение

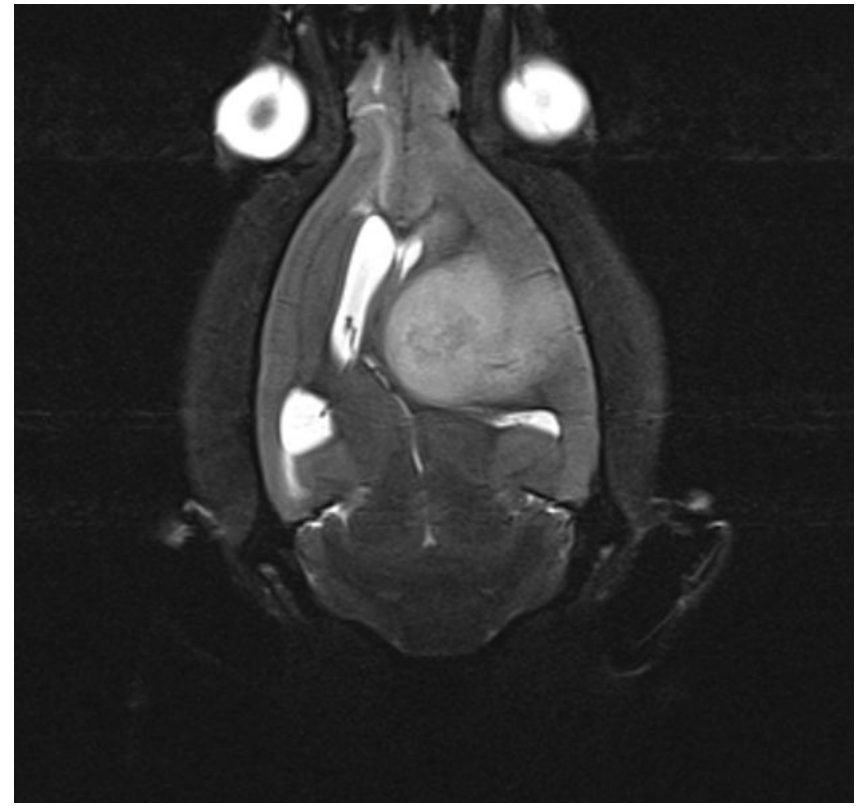


T2 взвешенное  
изображение +  
подавление жира

# Наблюдение за развитием опухоли

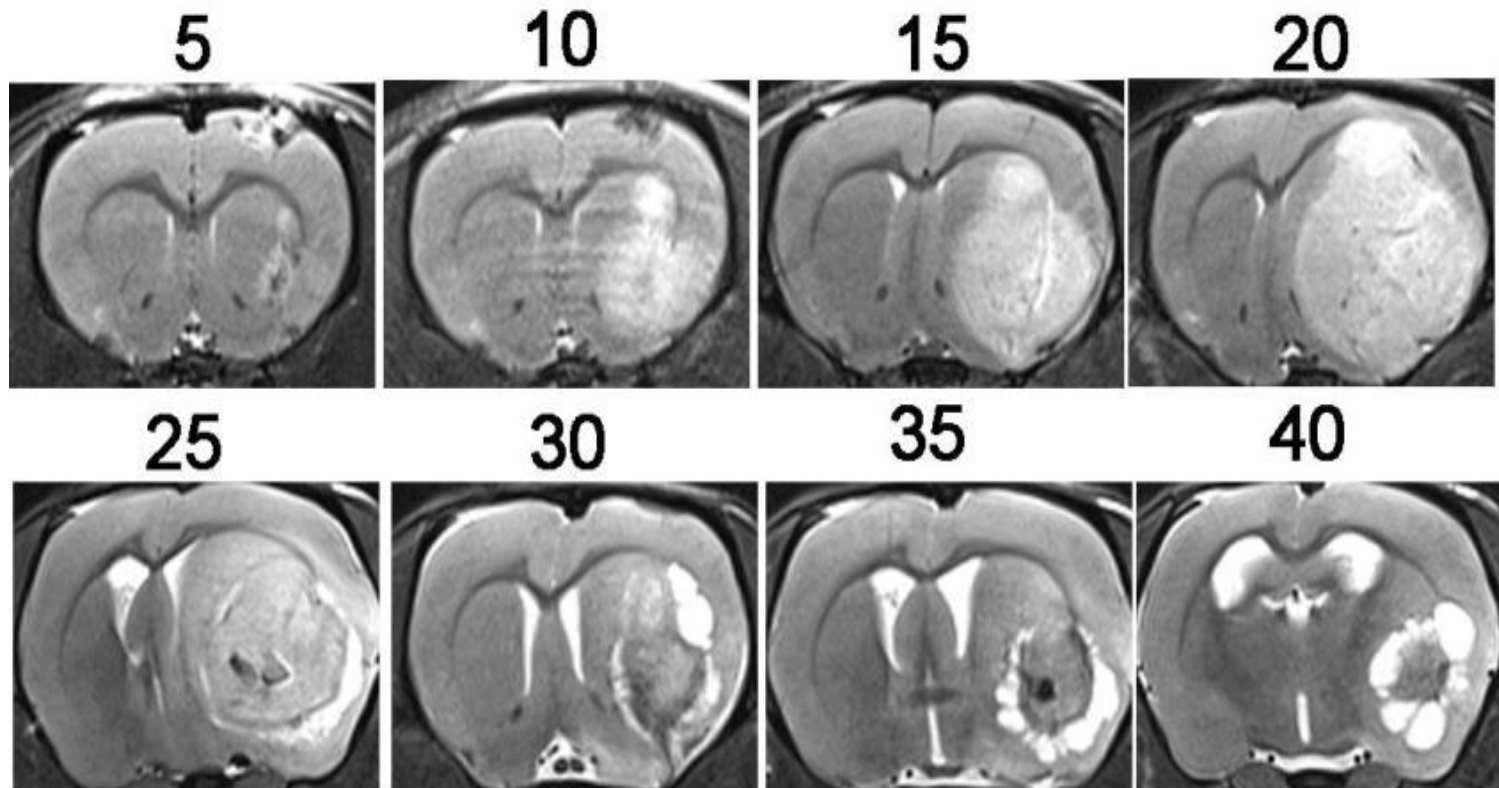


Мозг крысы в норме



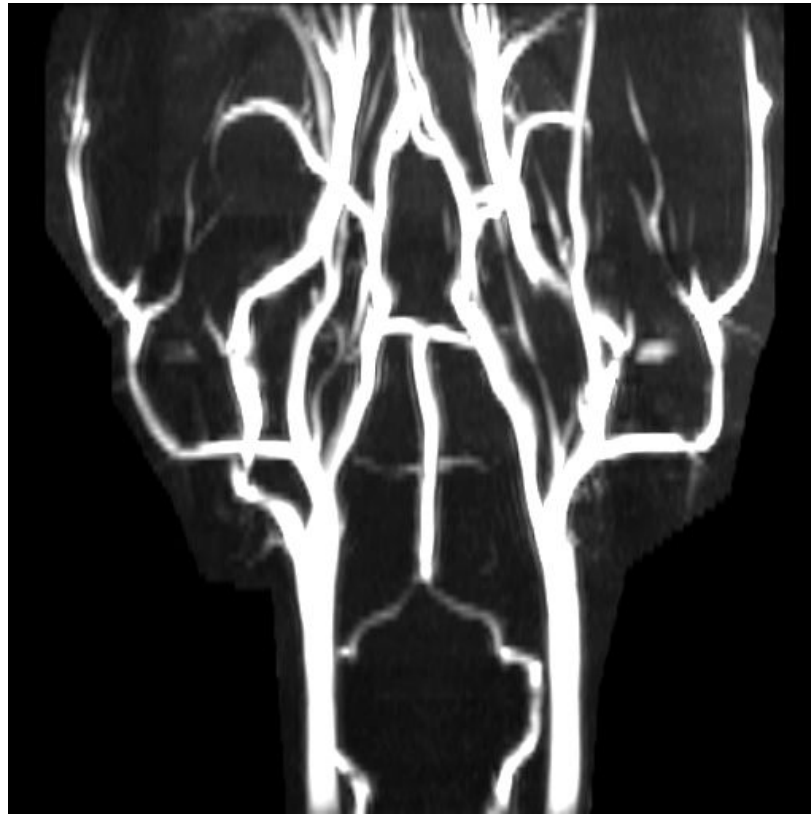
Мозг крысы с экспериментальной  
глиомой C6

# Наблюдение за развитием опухоли



# Ангиография

- Визуализация артериального кровотока



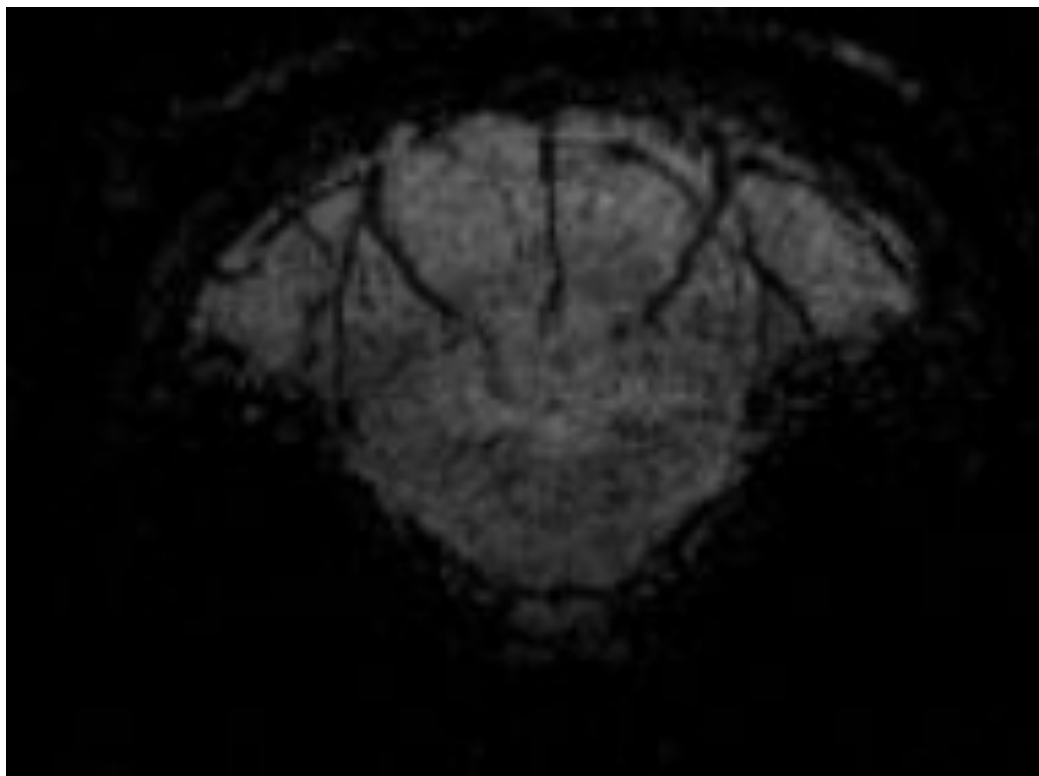
# Ангиография

- Визуализация артериального кровотока



# Ангиография

- Визуализация венозного кровотока



# МРТ сердца

- Измерение толщины стенок желудочков
- Измерение объёмов желудочков
- Определение фракции выброса и её планиметрического аналога
- Определение сократимости

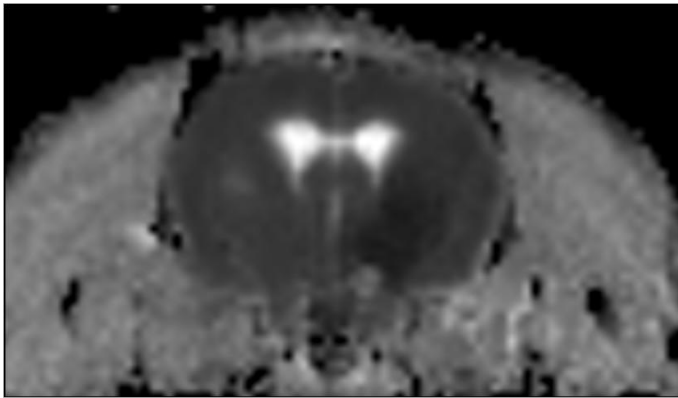


# МРТ сердца

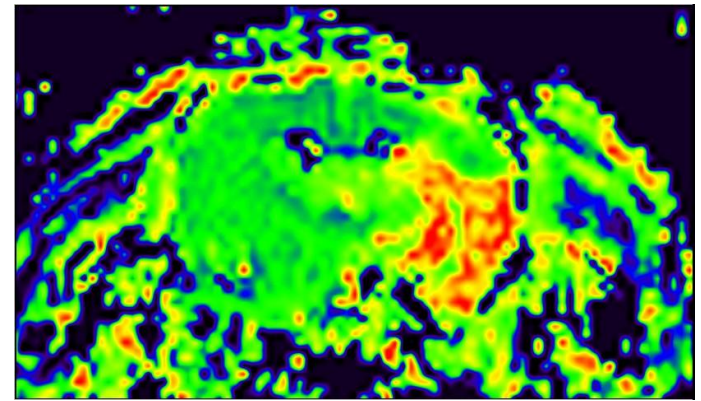


# МРТ с контрастированием

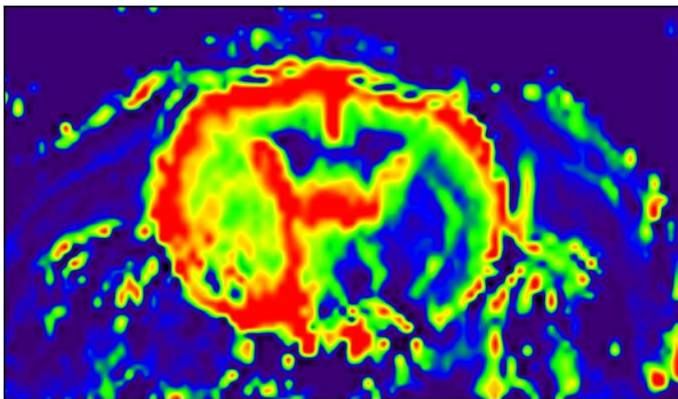
- Перфузионная МРТ



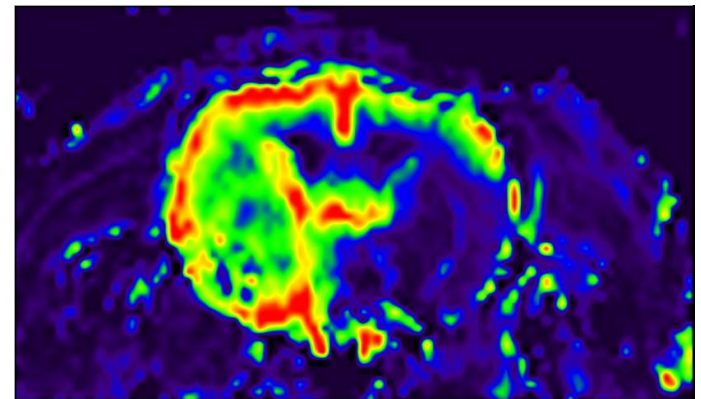
ADC



MTT



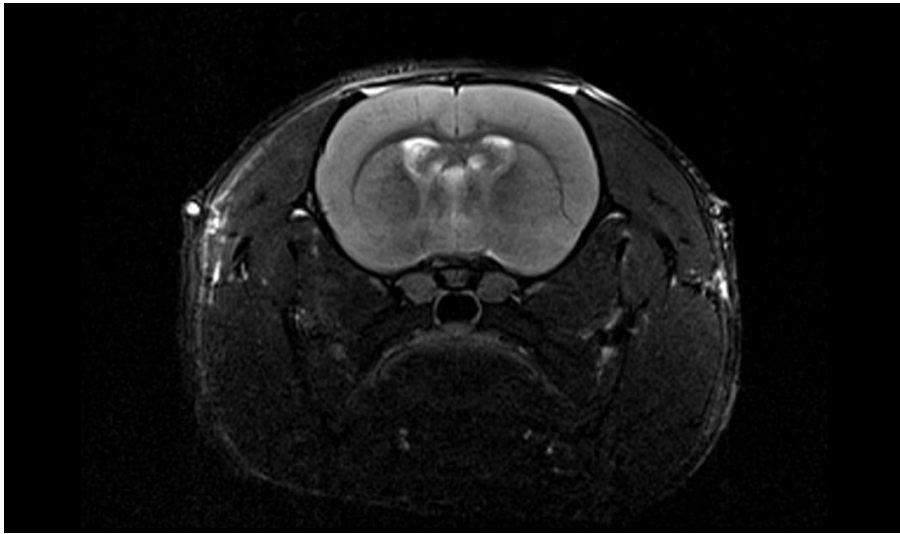
CBV



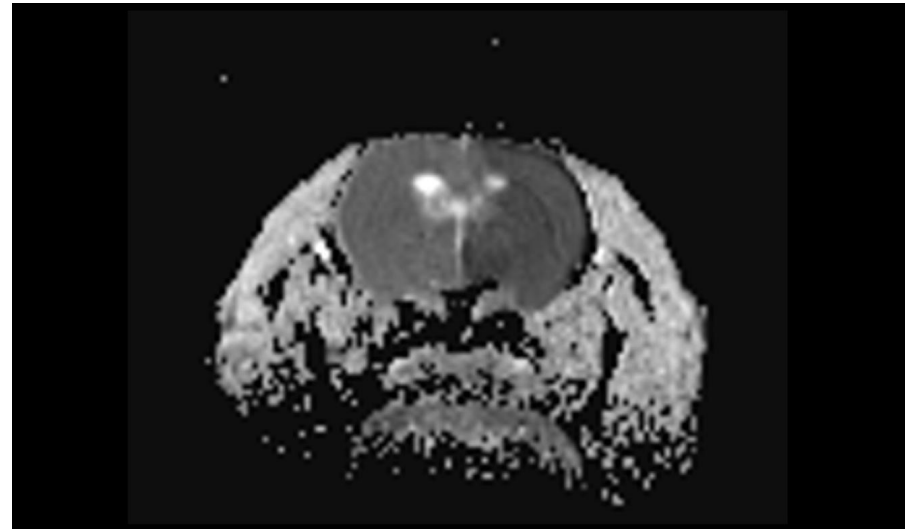
CBF

# Диффузионно взвешенная МРТ

- Определение коэффициента диффузии
- Построение диффузионно взвешенной карты

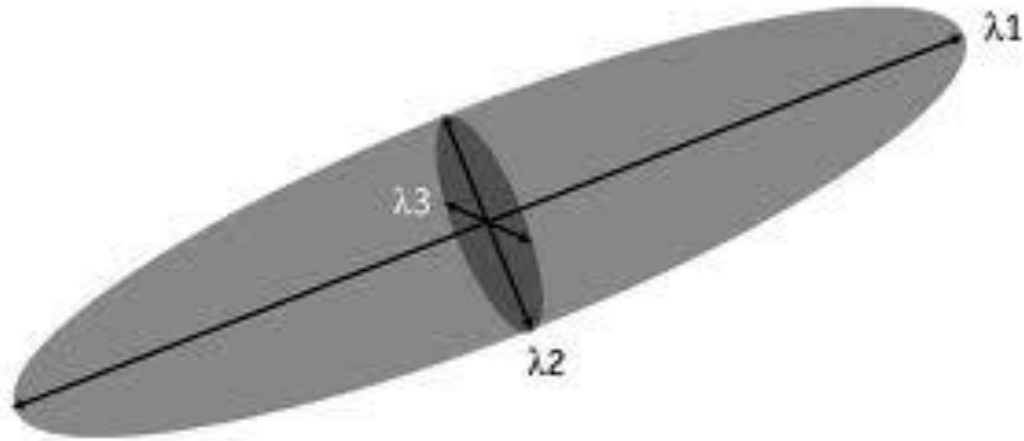


T2



ADC карта

# Диффузионная тензорная МРТ



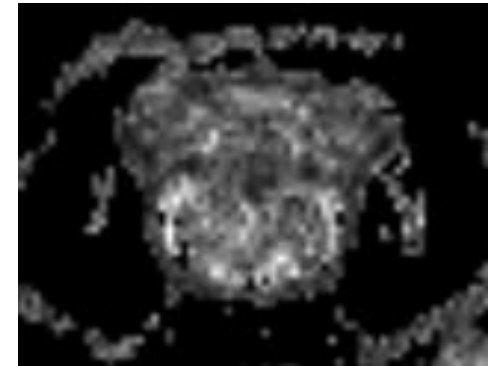
$$FA = \sqrt{\frac{1}{2} \frac{\sqrt{(\lambda_1 - \lambda_2)^2 + (\lambda_2 - \lambda_3)^2 + (\lambda_3 - \lambda_1)^2}}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2}}}$$

FA=фракционная анизотропия

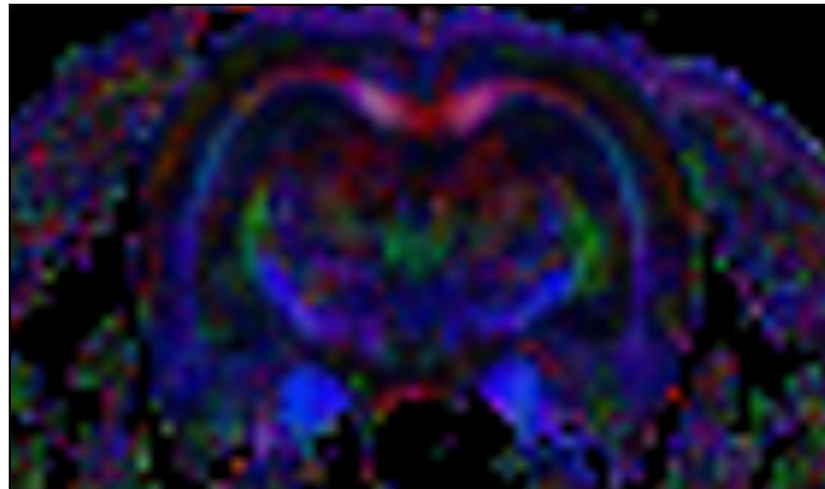
# Диффузионная тензорная МРТ



ADC карта



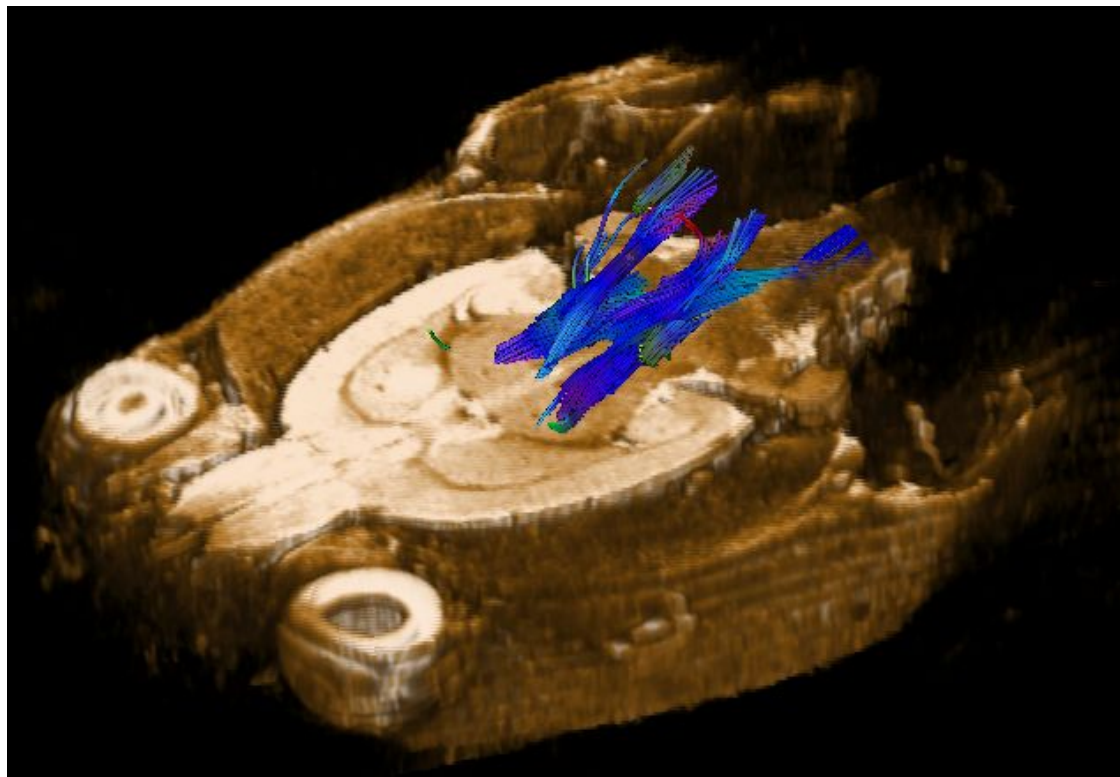
FA карта



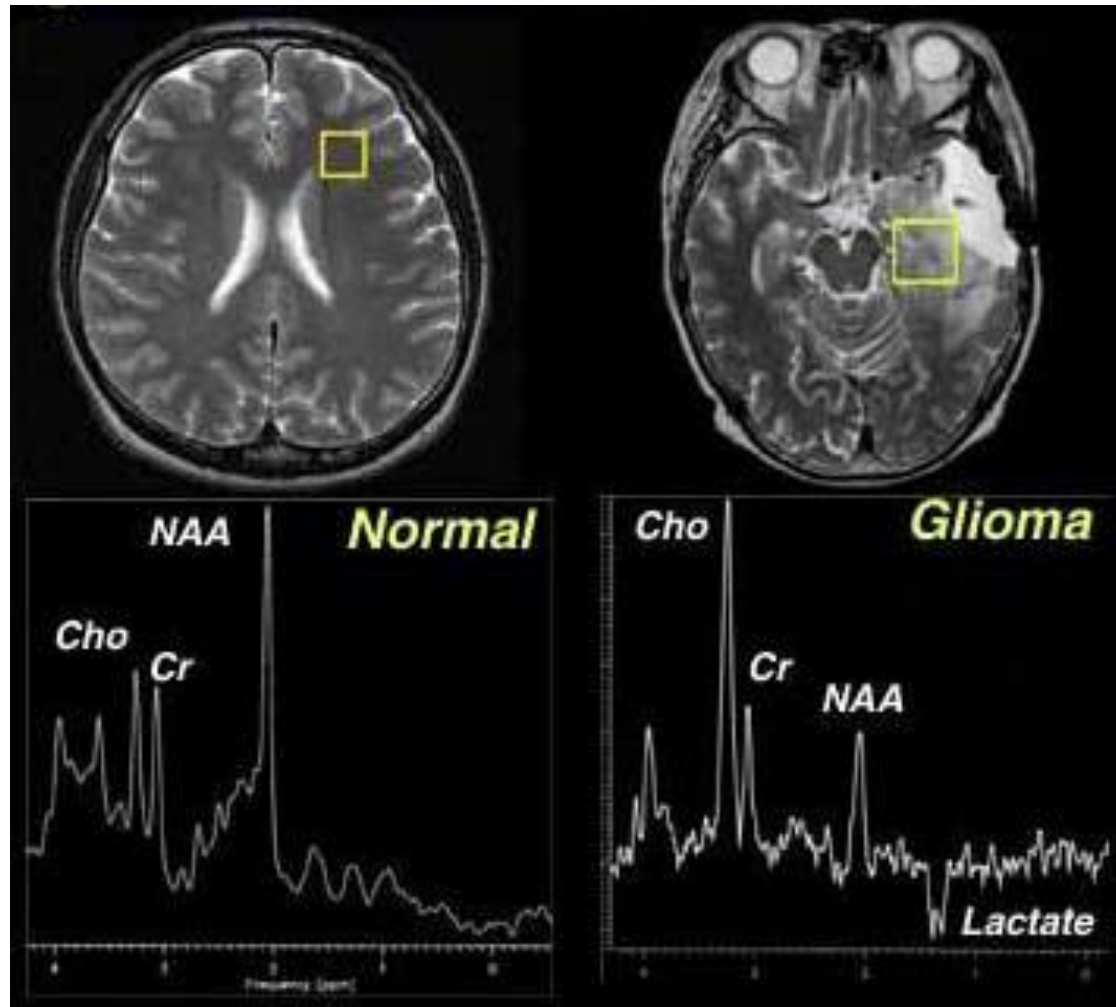
FA карта

# Диффузионная тензорная МРТ

- Построение проводящих трактов (трактография)



# МР спектроскопия



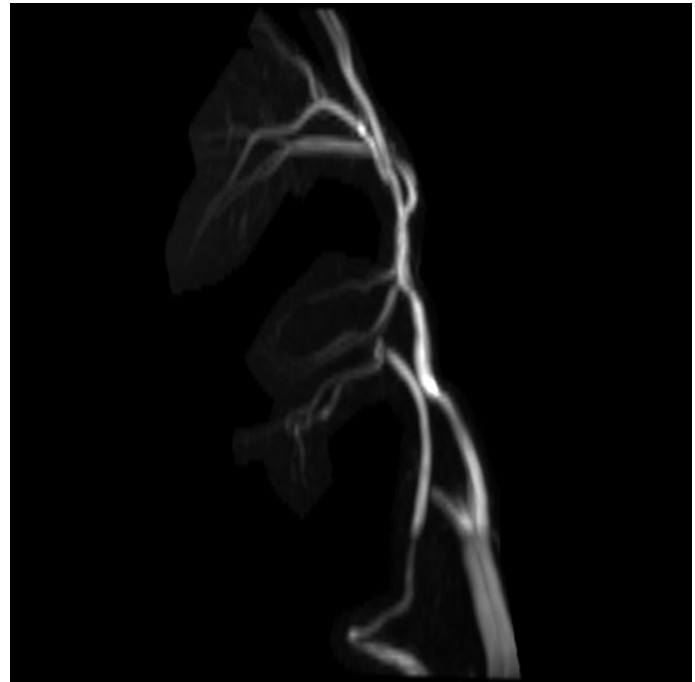
# Недостатки МРТ

- Высокая стоимость оборудования
- Необходимость полного покоя исследуемого объекта
- Наличие специалиста для настройки и отладки режимов
- Отсутствие ряда количественных критериев



# Примеры НИР выполняемых с использованием МРТ

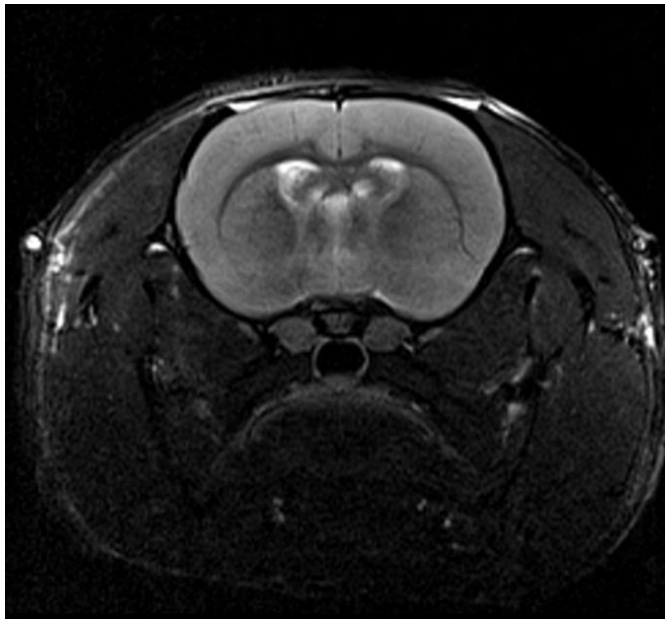
- Моделирование ишемического инсульта



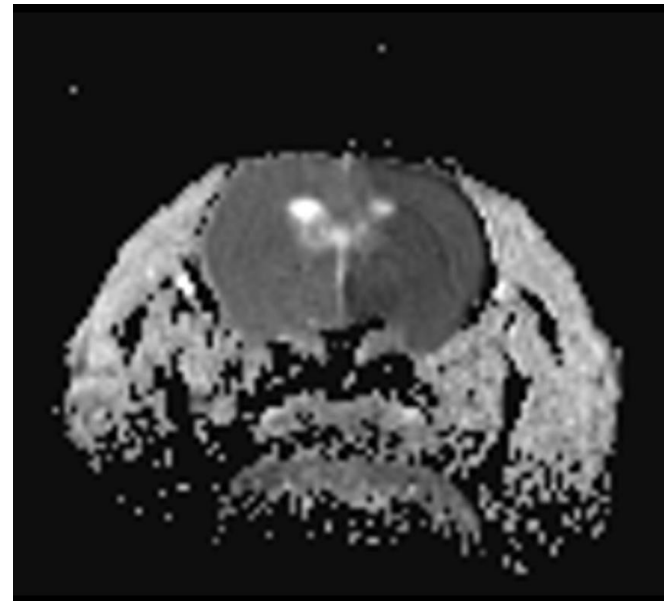
# Примеры НИР выполняемых с использованием МРТ

- Моделирование ишемического инсульта

1 час после инсульта



T2

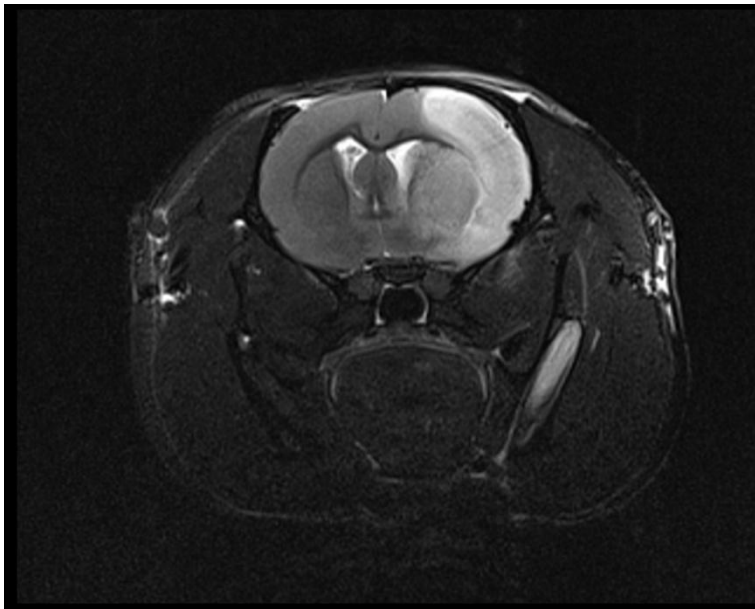


DWI (ADC карта)

# Примеры НИР выполняемых с использованием МРТ

- Моделирование ишемического инсульта

24 часа после инсульта



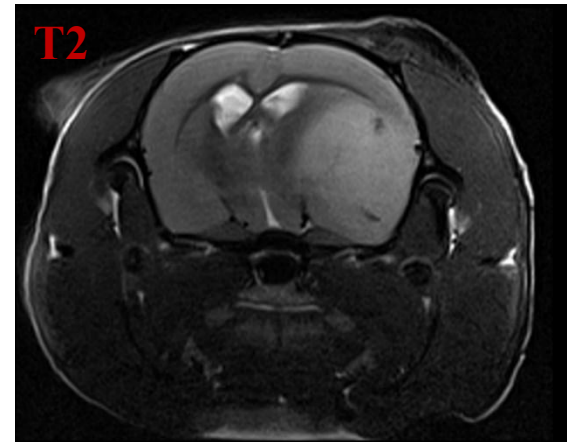
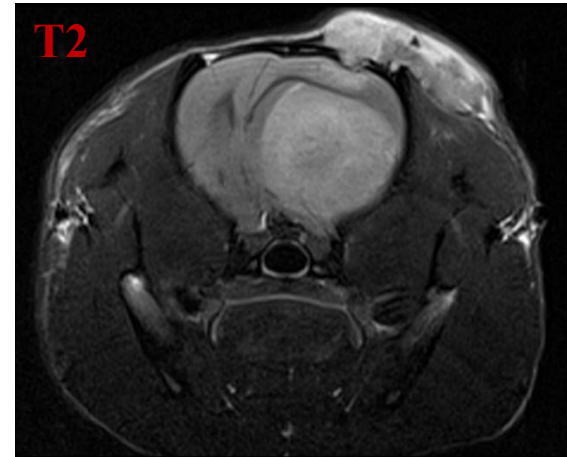
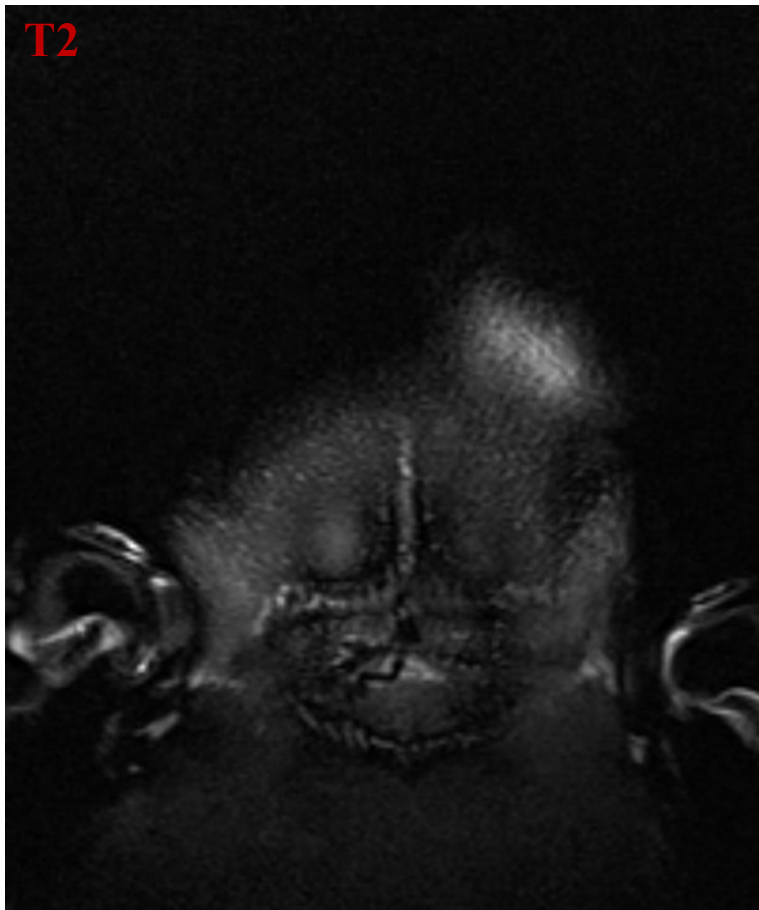
T2



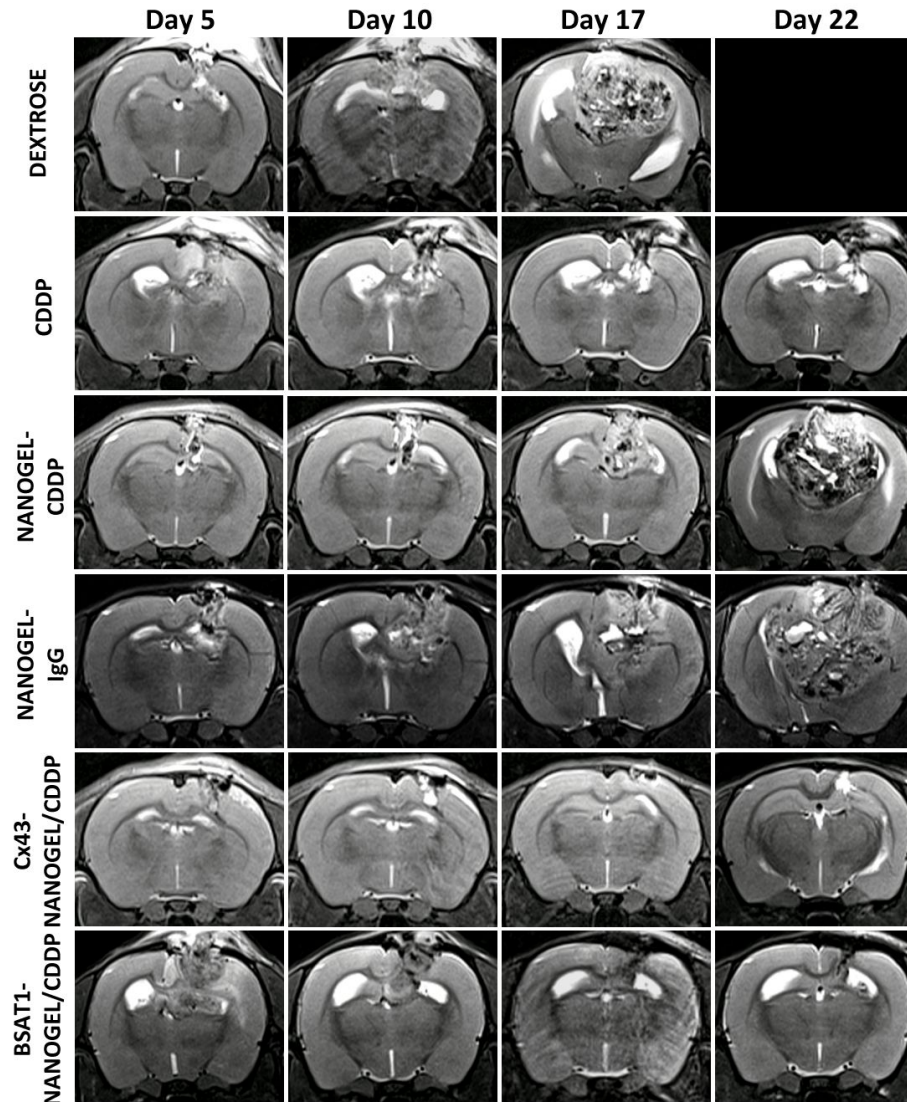
DWI (ADC карта)

# Примеры НИР выполняемых с использованием МРТ

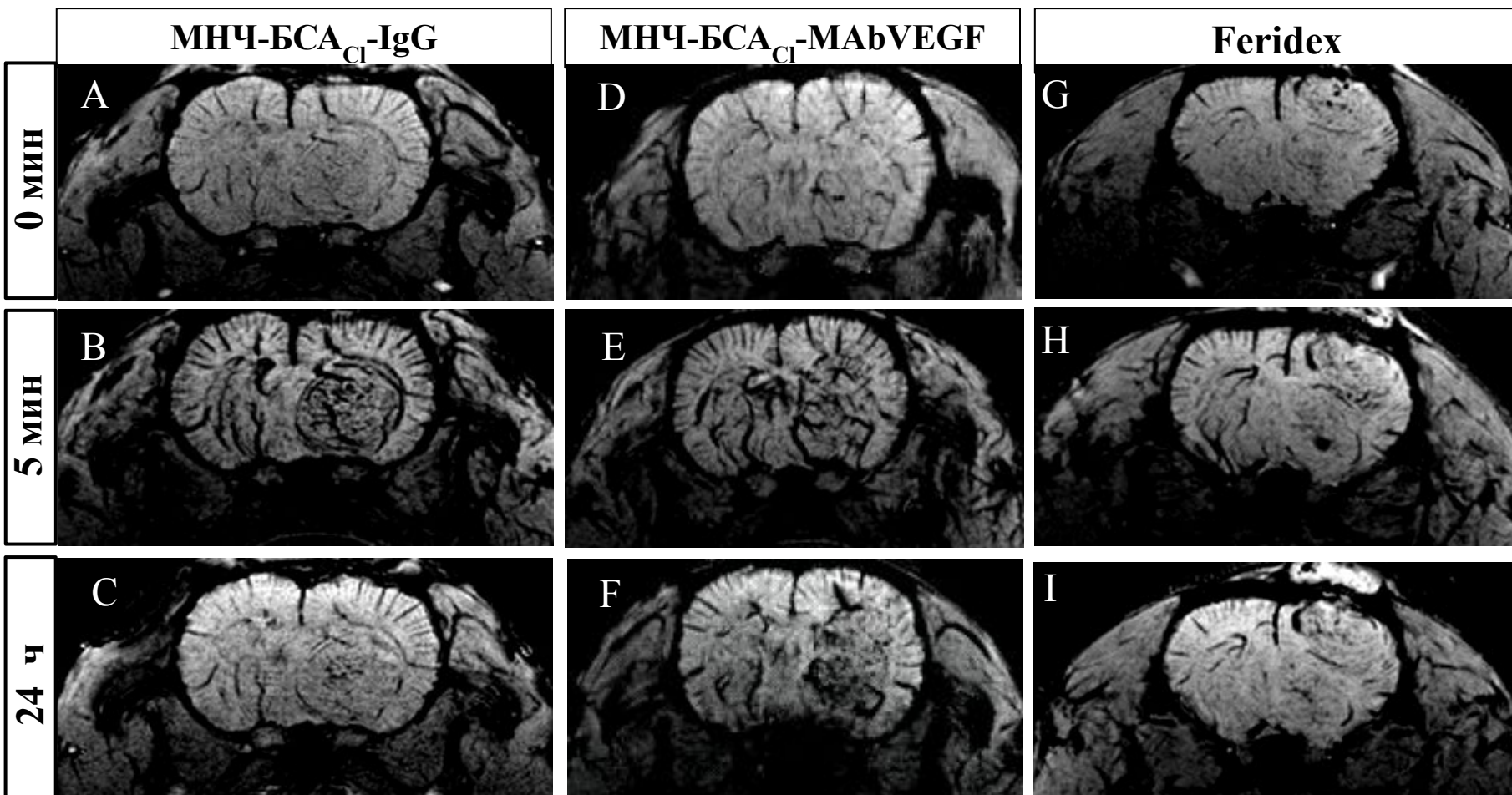
- Приживаемость и развитие мультиформной глиобластомы С6



# Оценка эффективности терапии глиомы 101/8 наноконтейнерными препаратами



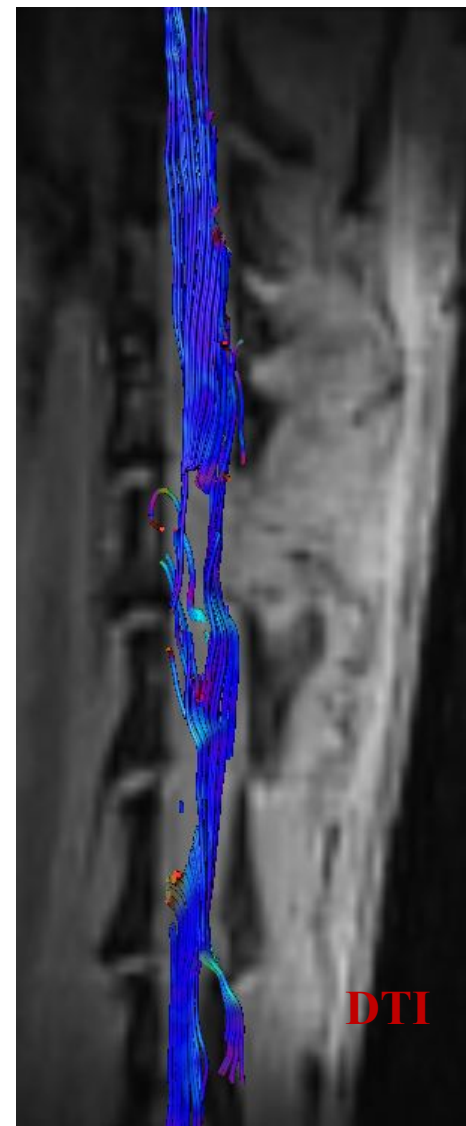
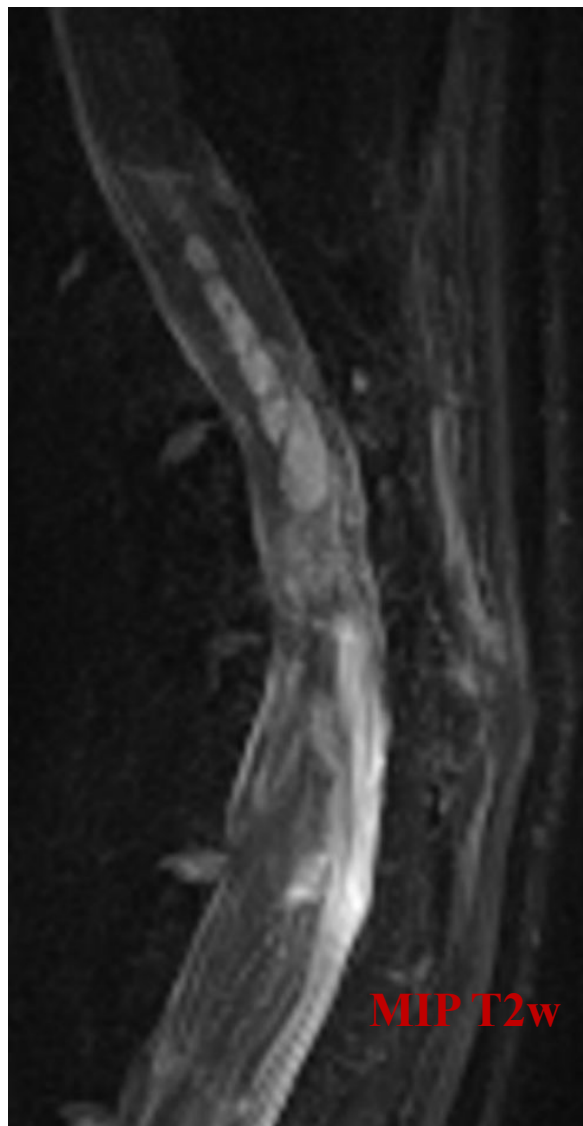
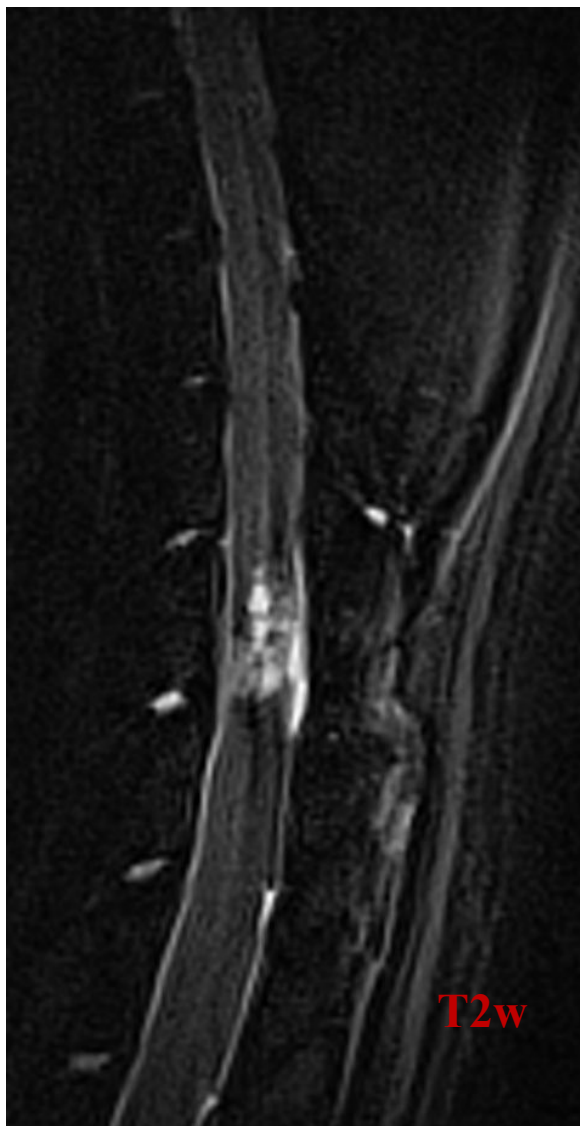
# Визуализация экспериментальной глиобластомы VEGF специфическим T2 контрастным агентом



# Контузионная травма спинного мозга

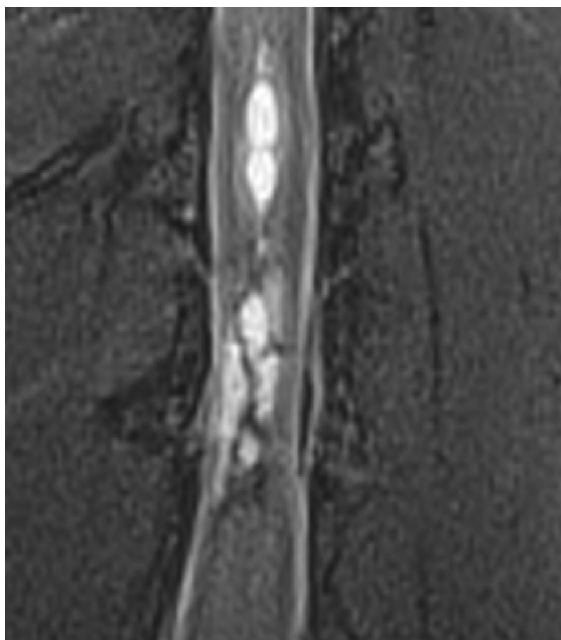


# Контузионная травма спинного мозга





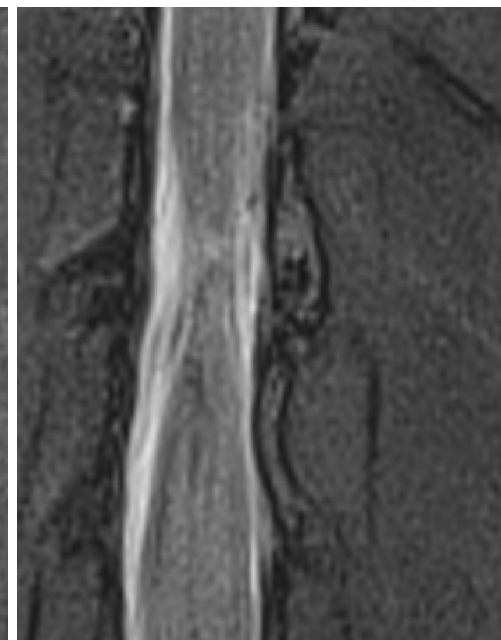
# Контузионная травма спинного мозга



**Контроль**

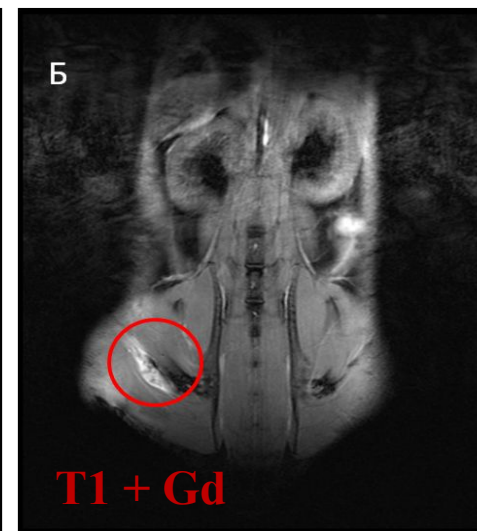
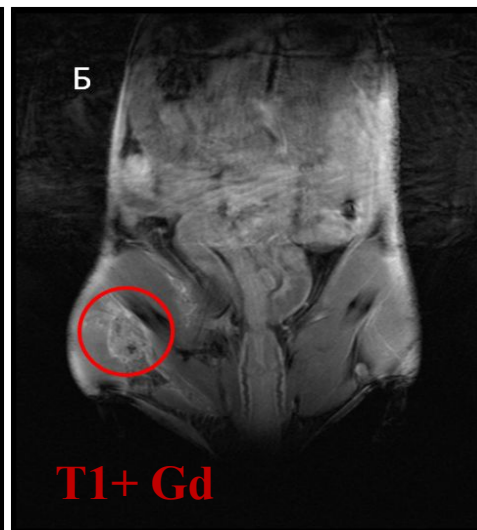


**Препарат I**



**Препарат II**

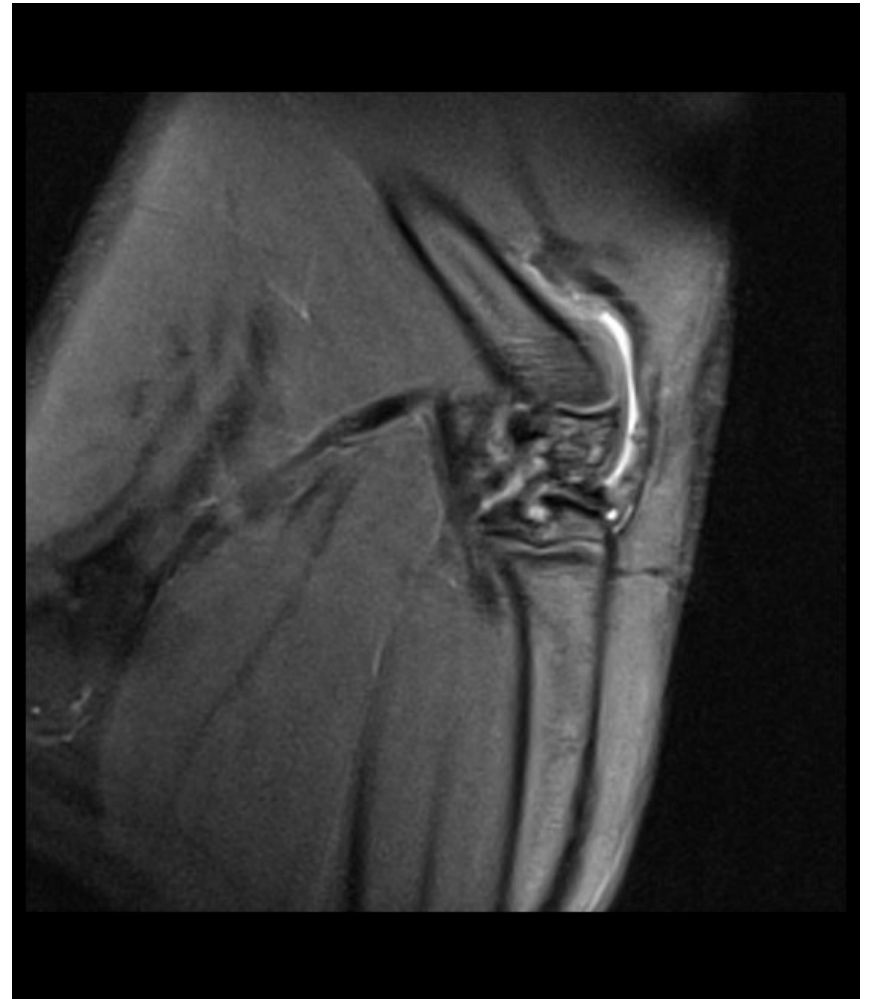
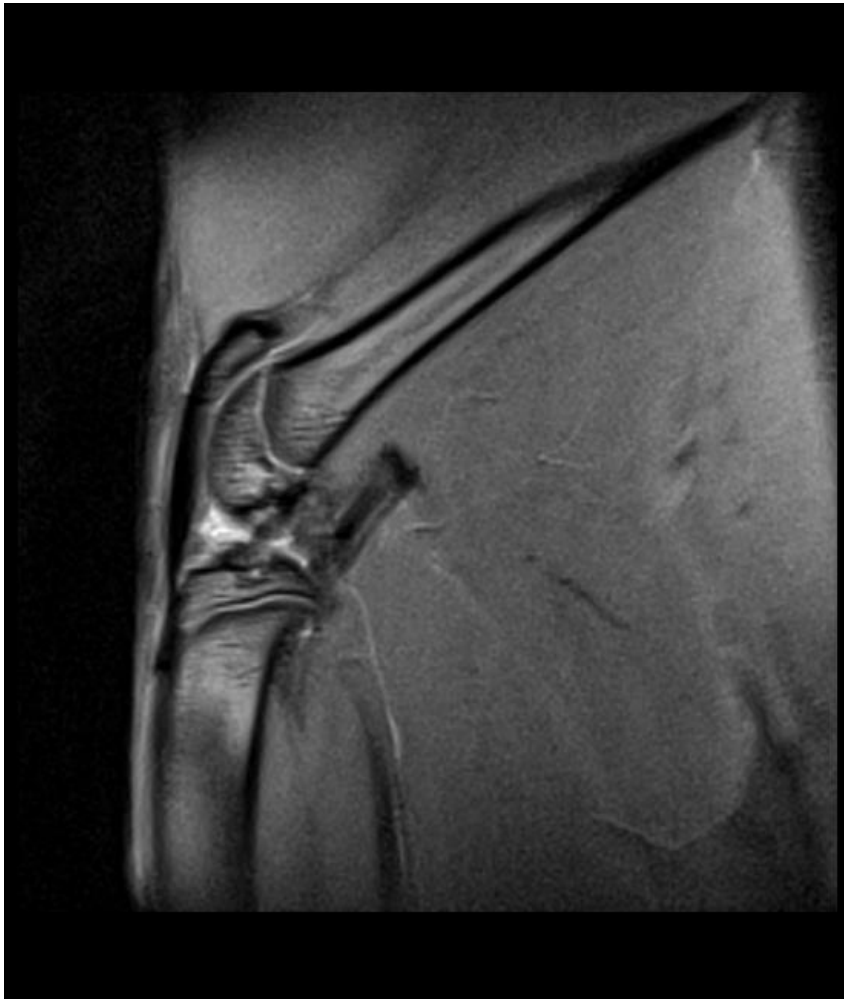
# Апробация T1 контрастного агента



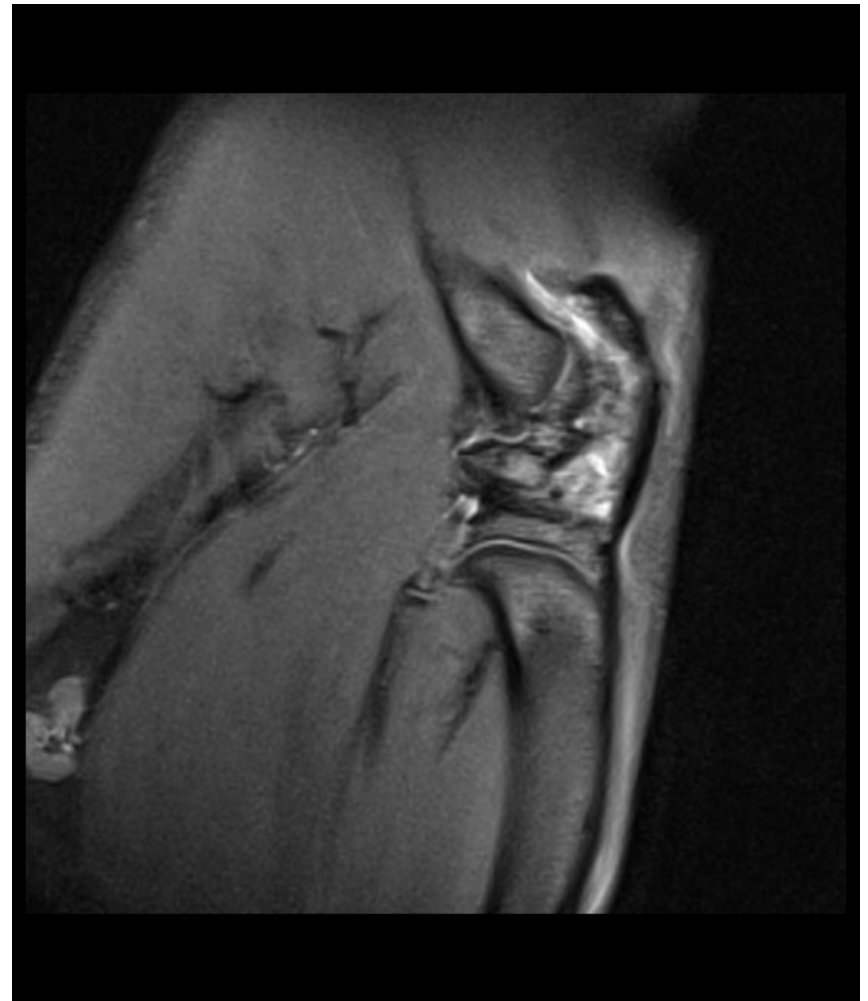
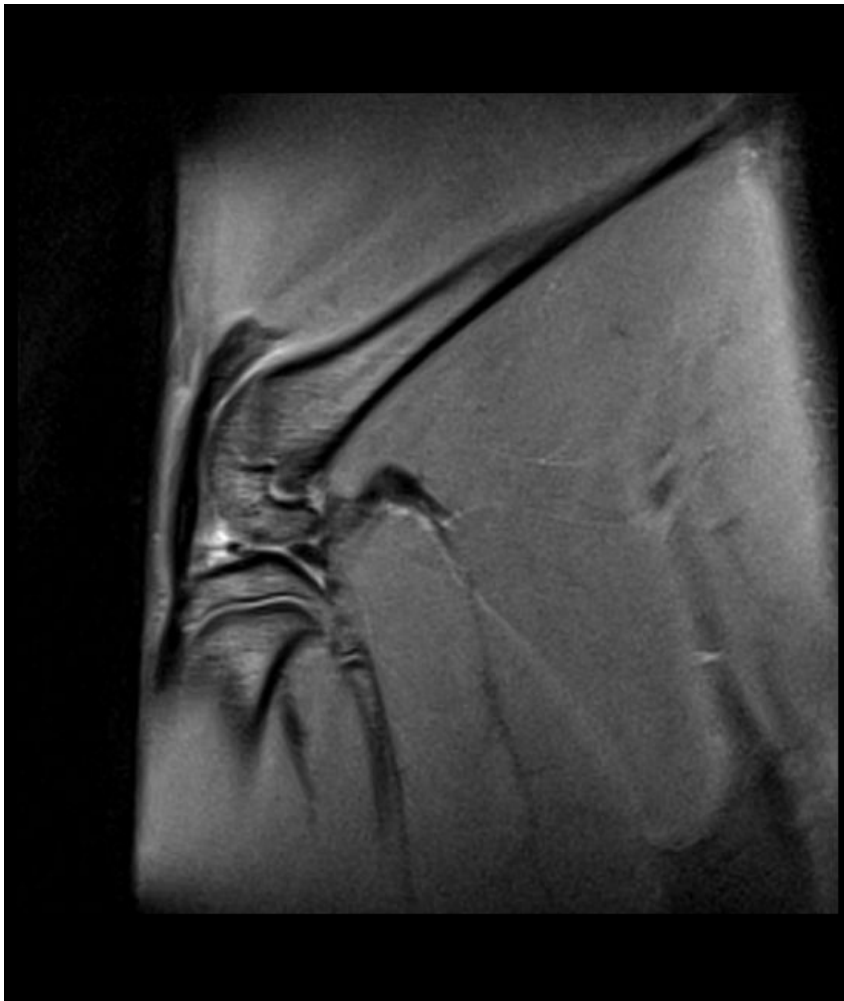
# Сердце мышей альбиносов с мышечной дистрофией



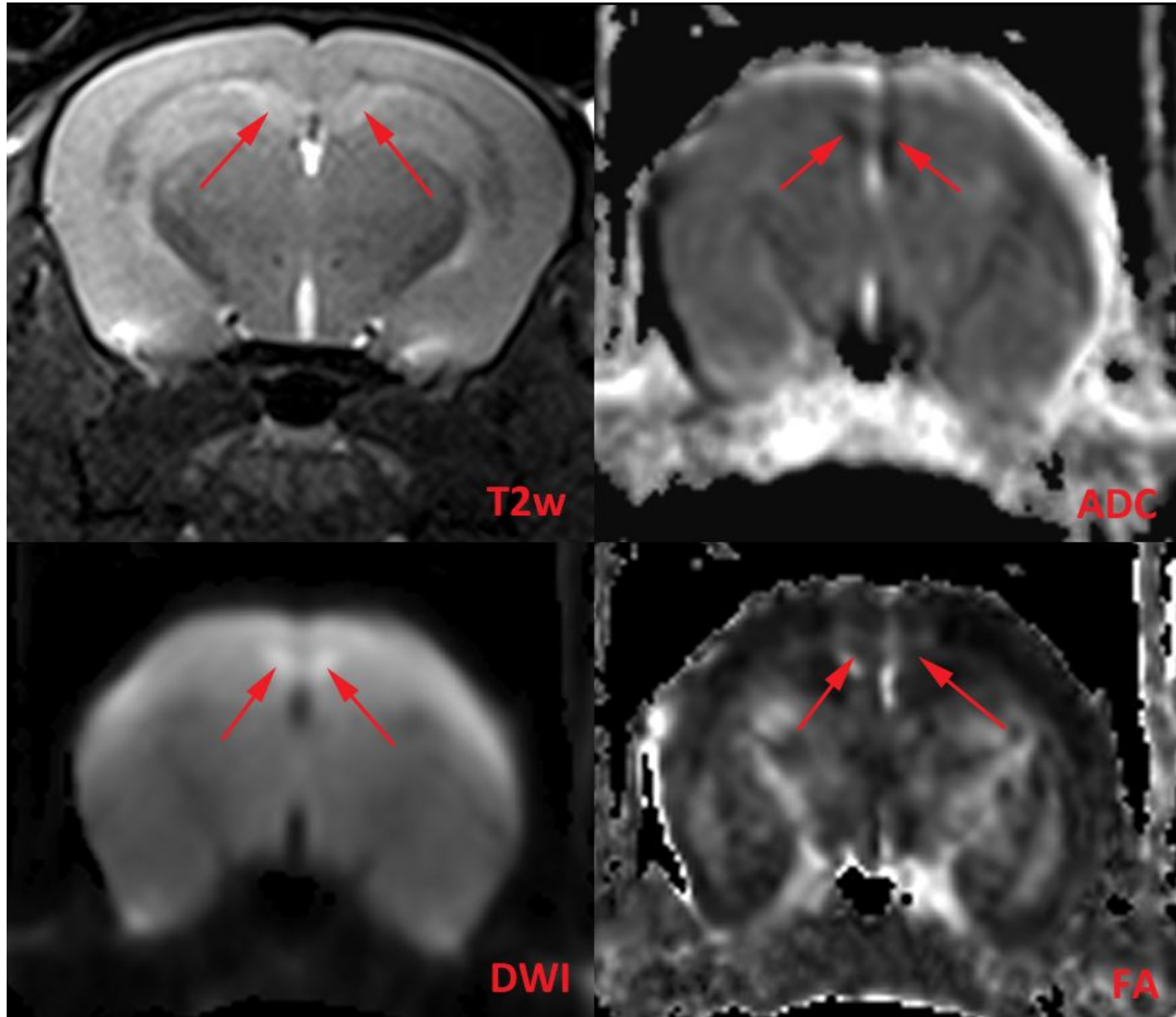
# Модель артрита коленного сустава у крыс



# Модель артрита коленного сустава у крыс



# Рассеянный склероз, мышинная модель



Спасибо за внимание!

