

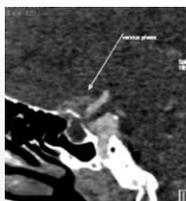
КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МР-СПЕКТРОСКОПИИ В НЕЙРОРАДИОЛОГИИ

В.В. Крылов, Е.В. Григорьева
КМЦ МГМСУ им. А.И. Евдокимова
ООО Медикал Клуб Консилиум

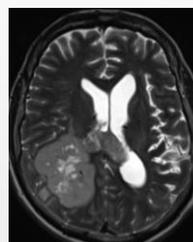


Вопросы к радиологу

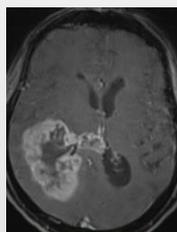
Это опухоль?



Это глиальная опухоль?



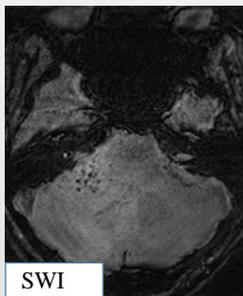
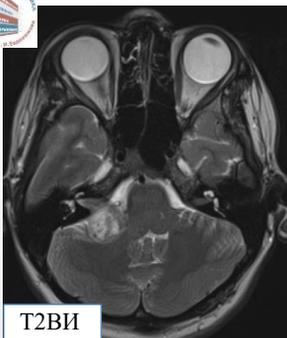
Степень
злокачественности?





Стандартный протокол МРТ (1,5-3Т), толщина среза не более 3-4мм

- **T2 взвешенные изображения:**
отек, кисты, кистозная часть опухоли
 - **T1 взвешенные изображения:**
анатомические особенности опухоли
 - **FLAIR** – подавление свободной жидкости, хорошо видна солидная и инфильтративная часть опухоли
 - **DWI (MP-диффузия)** – оценка цитотоксического отека и опухолевой инфильтрации
 - **SWI** – оценка кровоизлияния в опухоль
 - **T1ВИ + контраст** – накопление контраста характеризует сосудистую сеть опухоли
- Локализация опухоли
 - Дифференциация солидной, кистозной части и некроза в опухоли
 - Определение кровоизлияний в опухоль
 - Навигация

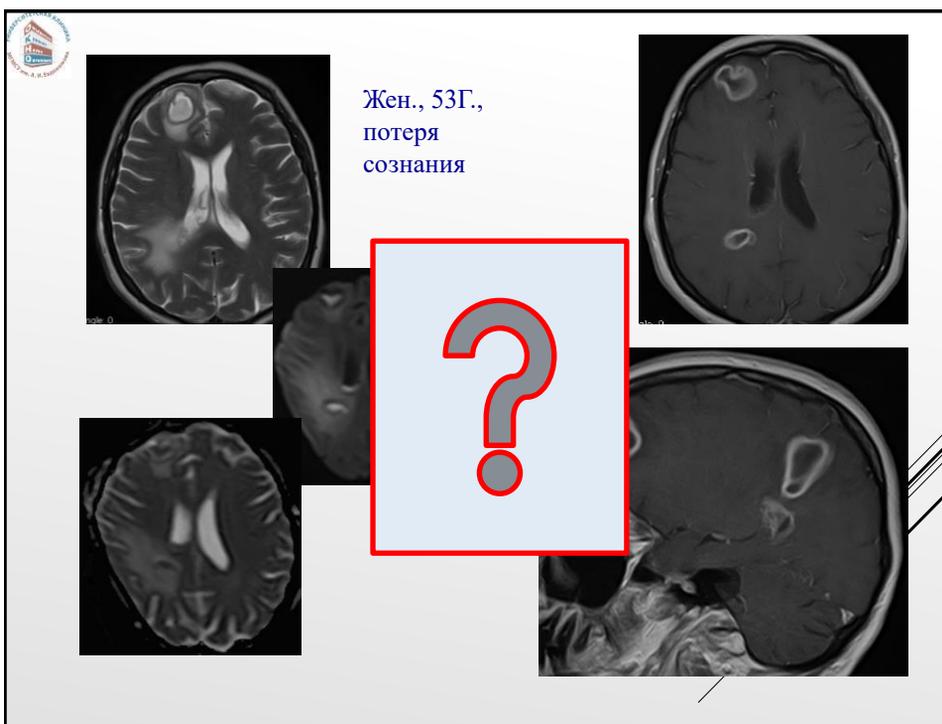
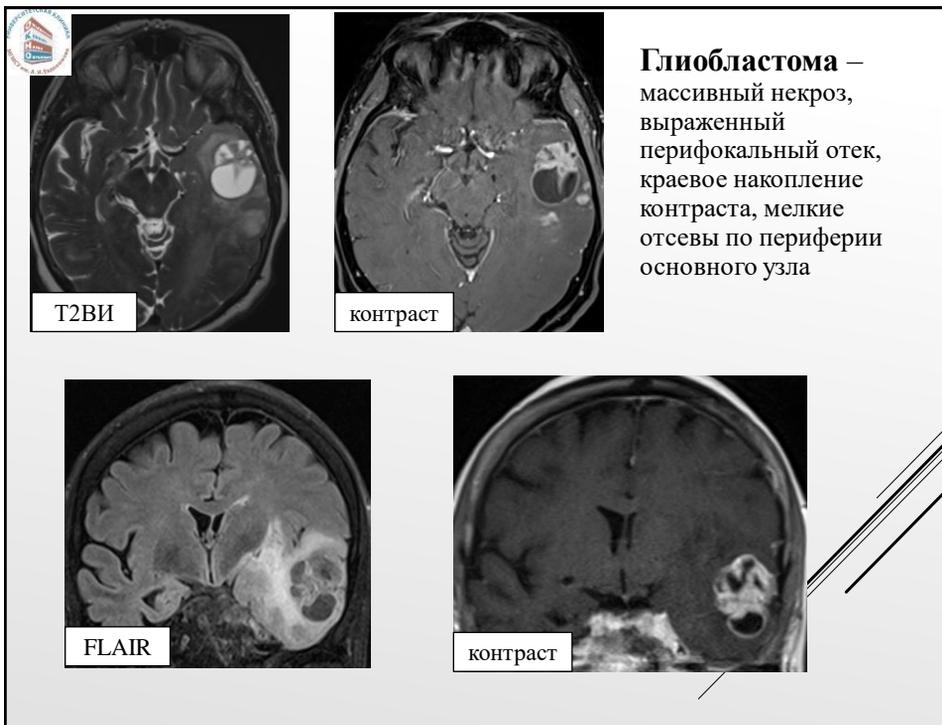


Почему
всегда с
контрастом?

Невринома

Тип контрастирования может быть характерным для отдельных опухолей:

- Невринома** – контрастирование оболочек ЧМН, связанных с опухолью
- Менингеома** – контрастирование ТМО на уровне роста опухоли
- Глиобластома** – периферическое контрастирование





ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

- **Динамическое контрастирование** при МРТ и КТ:
определение типа накопления и вымывания контраста
- **МР-спектроскопия** – неинвазивная бесконтрастная оценка метаболизма опухоли: определение степени злокачественности, планирование лучевой терапии, дифференциальный диагноз
- **МР- и КТ-перфузия:** оценка степени злокачественности опухоли по типу васкуляризации
- **МР-диффузия и трактография:** оценка распространенности инфильтрации по границам изменения ИКД
- **фМРТ:** взаимоотношения опухоли с ключевыми функциональными центрами



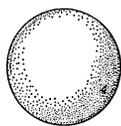
ИСТОРИЯ МЕТОДА

- ▶ МРС – методика, позволяющая неинвазивно определить биохимический состав тканей обследуемого организма *in vivo* благодаря построению МР-спектров, оценив которые, можно говорить о содержании тех или иных метаболитов в исследуемом участке ткани. Метод базируется на 2 явлениях – ядерном магнитном резонансе и химическом сдвиге резонансной частоты
- ▶ Первый опыт применения МРС мышечной ткани в 1974-78гг. (Hoult, Radda, Chance), преобладает фосфорная МРС
- ▶ Первый протонный МР-спектр головного мозга получен Bottmley (1984) на системе 1.5T



Магнитные свойства ядер. Ядерный спин

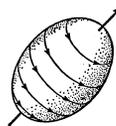
Спин – собственный момент количества движения ядра – может быть целым, нулевым или полуцелым. Ядра с ненулевым могут рассматриваться как вращающиеся электрические заряды, обладающие не только электрическими, но и магнитными свойствами (магнитным моментом, I).



Spherical nonspinning nucleus

Ядра, для которых число протонов Z и число нейтронов N четные числа (12/6- углерод, 16/8- кислород, 32/16- сера), имеют спин равный **0**.

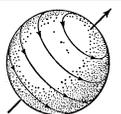
^{12}C , ^{16}O , ^{32}S



Ellipsoidal (prolate) spinning nucleus

Ядра, для которых одно из чисел N и Z нечетное, а их сумма число четное, имеют спин, равный **1**.

^2H , ^{14}N



Spherical spinning nucleus

Ядра, для которых одно из чисел N и Z нечетное, а их сумма число нечетное, имеют спин, равный $\frac{1}{2}$.

^1H , ^{13}C , ^{15}N , ^{19}F , ^{31}P



Ellipsoidal (oblate) spinning nucleus

Ядра, для которых одно из чисел N и Z нечетное, а их сумма число нечетное, имеют спин, равный $\frac{3}{2}$ или $\frac{5}{2}$

^{17}O , ^{35}Cl

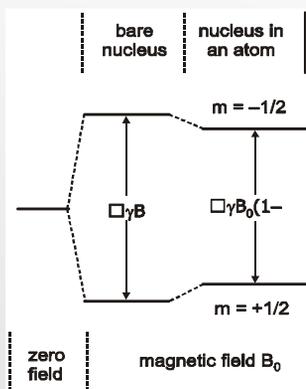
Ряд ядер, особенно важных для МРС, имеют ядерный спин $\frac{1}{2}$ (^1H , ^{13}C , ^{15}N , ^{19}F , and ^{31}P). Ядра атомов ^{12}C and ^{16}O имеют спин, равный 0.

9

По материалам <http://www.myshared.ru/slide/359467/#>

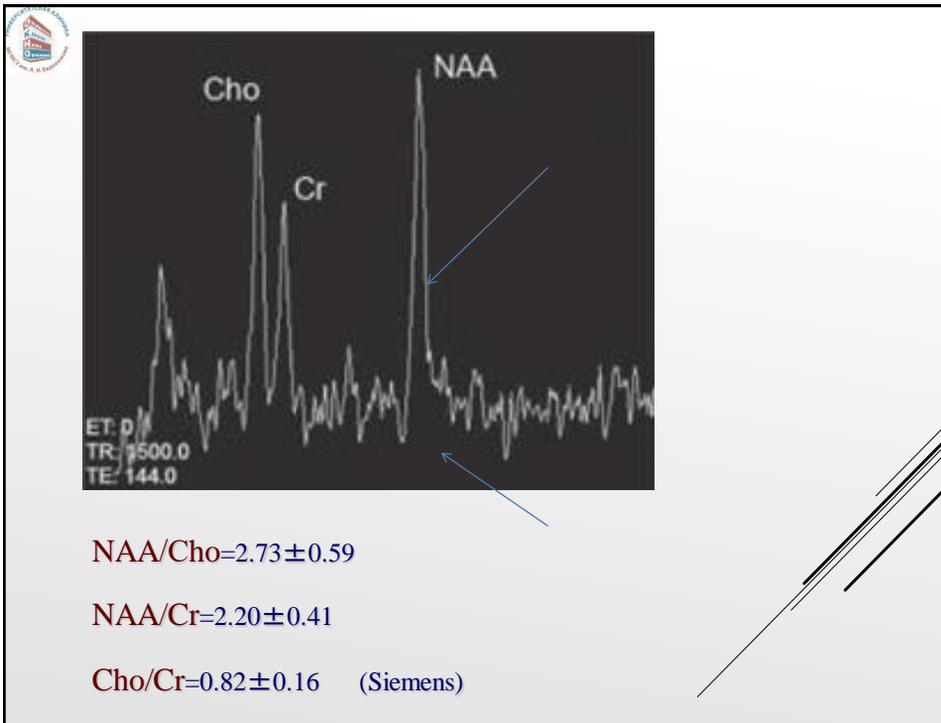


ХИМИЧЕСКИЙ СДВИГ



Явление химического смещения возникает от того, что реальное магнитное поле \mathbf{V} , действующее на ядро, слегка отличается внешне приложенного \mathbf{V}_0 . Это различие обусловлено экранирующим эффектом электронов, окружающих ядро. Электроны в магнитном поле генерируют маленькое (по сравнению с \mathbf{V}_0 магнитное поле \mathbf{V}' направленное противоположно исходному полю \mathbf{V}_0

По материалам <http://www.myshared.ru/slide/359467/#>



Мультивоксельная МРС (2D/3D SCI)

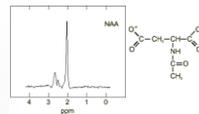
Принцип – применение градиентных магнитных полей вдоль каждой из 3 осей с фазовым кодированием. При обработке объем делится на определенное число вокселей в 2 (2D) или 3 (3D) измерениях

По материалам Rink 2003

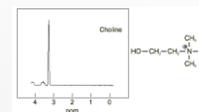


ОСНОВНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ

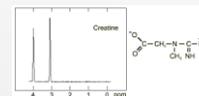
N-ацетиласпартат (NAA) – индикатор ф-альной активности нервной ткани. Снижен в глиомах, при ишемии, воспалении, демиелинизации



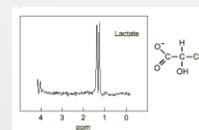
Холин (Cho) и его соединения – маркер плотности клеток в исследуемом участке. Повышен в глиальных опухолях, снижен в метастазах, абсцессах на фоне некроза



Креатин/креатинфосфат (Cr, PCr) – участвует в синтезе АТФ, маркер энергетического обмена ткани, снижен при grade 3-4

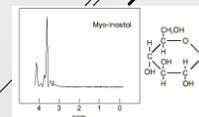


Лактат (Lac) – конечный продукт анаэробного гликолиза. Повышен при гипоксии, ишемии, опухолях, особенно в участках некроза

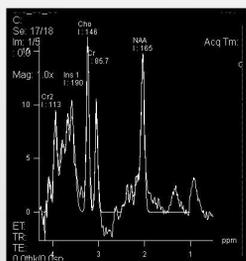


Липиды (Lip) – маркер некроза в опухоли, характерный метаболит для лимфом

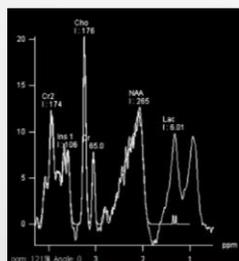
Мио-инозитол (mlins) – связан с обменом фосфолипидов. Снижен при заболеваниях, связанных с недостатком фосфора. Значения по шкале 3.56 и 4.06ppm



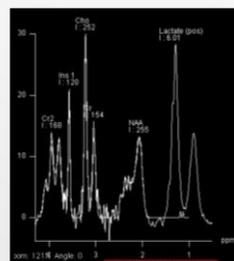
	Grade 2	Grade 3	Grade 4
NAA (NAA/Cho, NAA/Cr)	В норме или незначительно снижен (до 2-2,5)	снижен	Резко снижен
Cho (Cho/NAA, Cho/Cr)	Незначительно повышен	Повышен (Cho/NAA<1)	Резко повышен (Cho/NAA>1)
Cr	В норме	снижен	снижен
Lac	Отсутствует	Повышен	повышен



Grade 2



Grade 3



Grade 4

Определение степени злокачественности опухоли

ДИФФУЗНАЯ АСЦ GR 2

T2 TIRM

FSE T2

ADC

DWI

MRS Spectrum:
C: PL436893
Se: 16/17
Im: 1/2
Mag: 0.0
Cr: 1.958
Cho: 1.103
Ins 1: 1.840
Cr2: 1.109
NAA: 1.164
ppm

NAA/Cho=1.5
(при норме 2.73)

АСЦ grade 2 – высокий пик Cho, низкий NAA, низкий пик Lac

T2 TIRM

с KV

с KV п/операции

MRS Spectrum:
C: PL284
Se: 17/18
Im: 1/5
Mag: 0.06
Cr: 1.146
Cho: 1.190
Ins 1: 1.190
Cr2: 1.113
NAA: 1.165
ppm

Grade 3

Повышен Cho, снижен NAA, высокий Lac

Нормальный спектр

Peak	Intensity (I)
Cho	1.176
Cr2	1.174
Ins 1	1.056
NAA	1.265
Lac	1.601

Grade 4

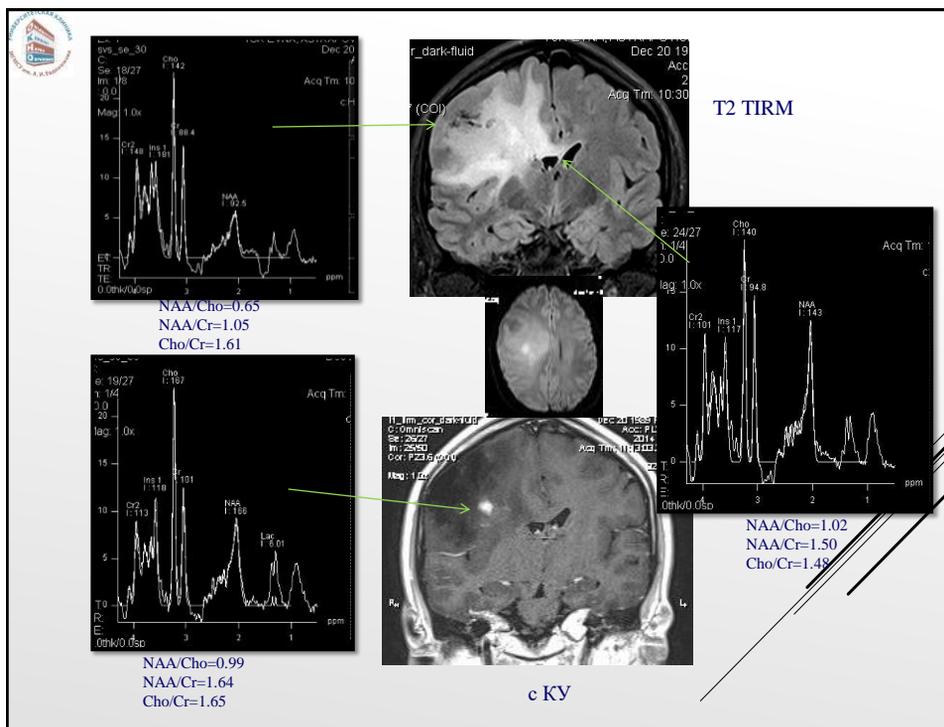
ADC

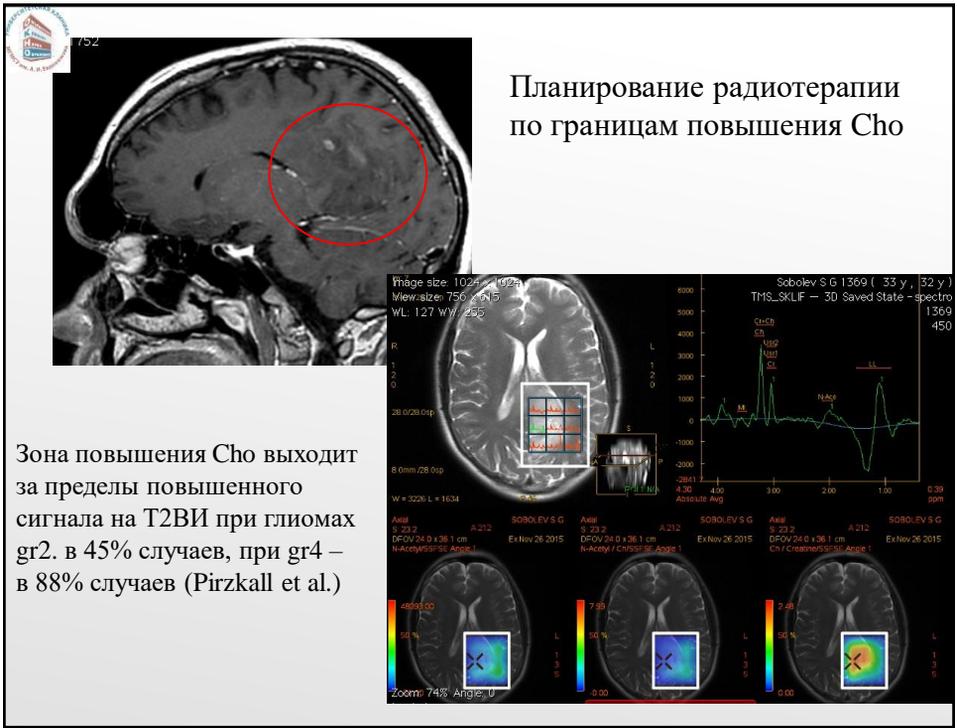
T2 TIRM

контраст

Резко повышен Cho, снижен NAA (Cho/NAA>1), высокий Lac

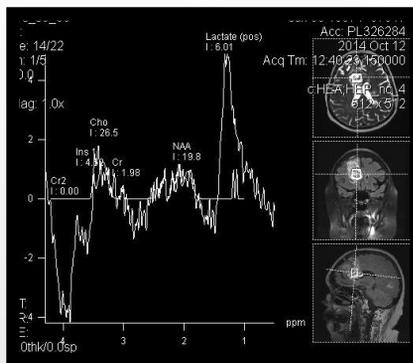
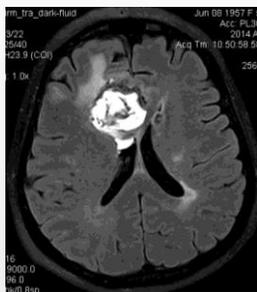
Peak	Intensity (I)
Cr2	1.168
Ins 1	1.120
Cho	1.252
Cr	1.154
NAA	1.255
Lactate (pos)	1.601







МТС (молочная железа)

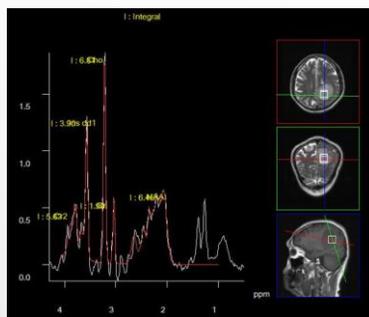
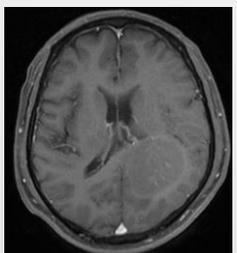
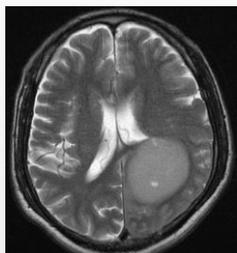


Высокий пик
Лас при низких
пиках
остальных
метаболитов
характерен для
метастазов
любого размера

Дифференциация глиальных и
неглиальных опухолей



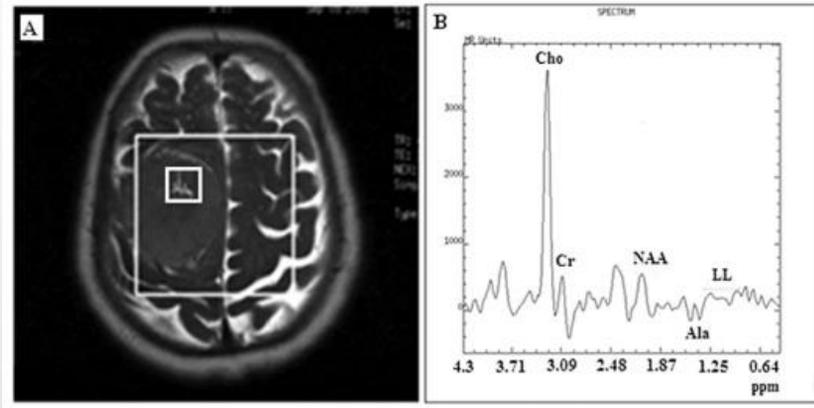
ЛИМФОМА



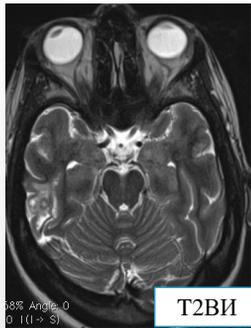
Лимфома – часто имитирует другие
опухоли, нет характерных признаков
контрастирования, данные
спектроскопии неспецифичны



МЕНИНГЕОМА

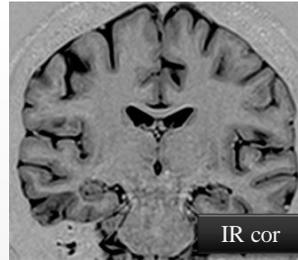


По материалам Е.Суси et al.
2012 Apr; 5(4): 1011–1018.

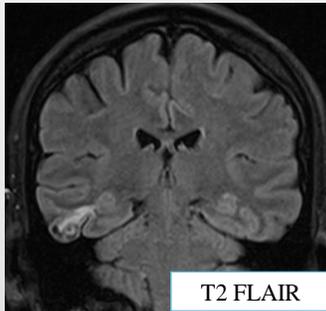


T2ВИ

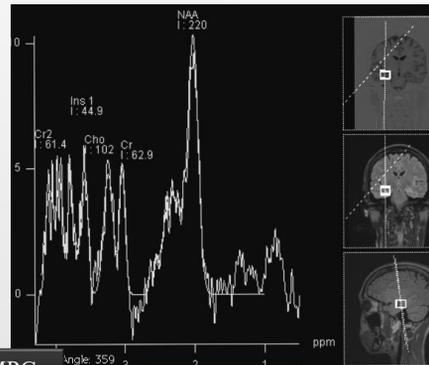
DNET



IR cor

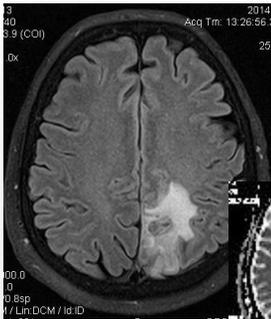


T2 FLAIR

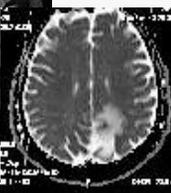


MPC

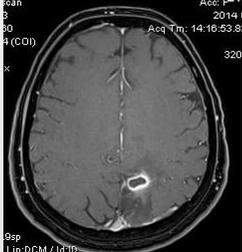
Абсцесс



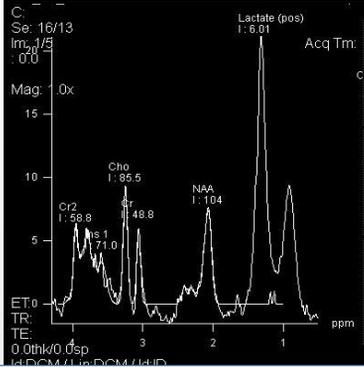
T2 TIRM



ADC



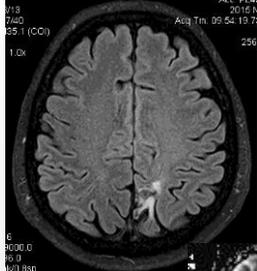
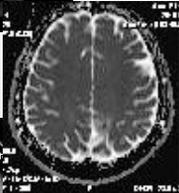
с КУ

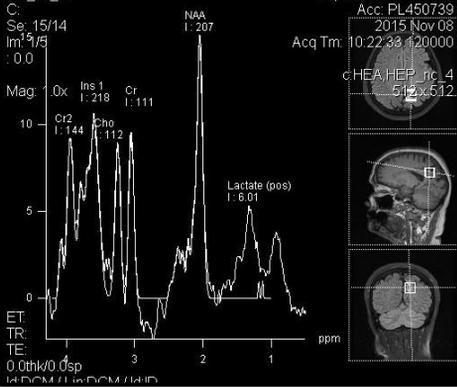


Характерные особенности:

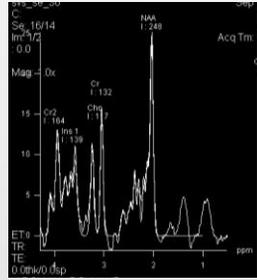
- Кольцевидное контрастирование
- Ограничение диффузии
- Высокий пик Lac и Lip (признак разрушения клеточных мембран)
- Появление пиков ацетазных АМК, ацетата и сукцината – 99% чувствительность и специфичность

Через 1 мес

Спектр здорового мозга





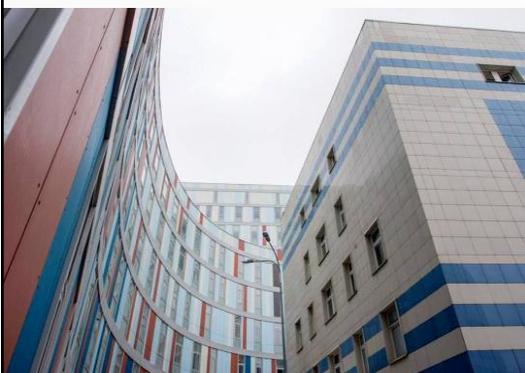
Перспективы

Whole brain МР-спектроскопия с охватом больших полушарий, с минимумом артефактов, возможна на 7Т МРТ

Изучение нейродегенеративных изменений и процессов старения мозга с помощью МР-спектроскопии на основе фосфора и натрия

МР-спектроскопия у пациентов с ОНМК позволит более точно определить объем пенумбры

МР-спектроскопия у пациентов с тяжелой ЧМТ позволит предсказать прогноз при ДАП



Клинический
Медицинский Центр
МГМСУ им. А.И.
Евдокимова

www.myuniverclinic.ru

8-967-059-52-09

