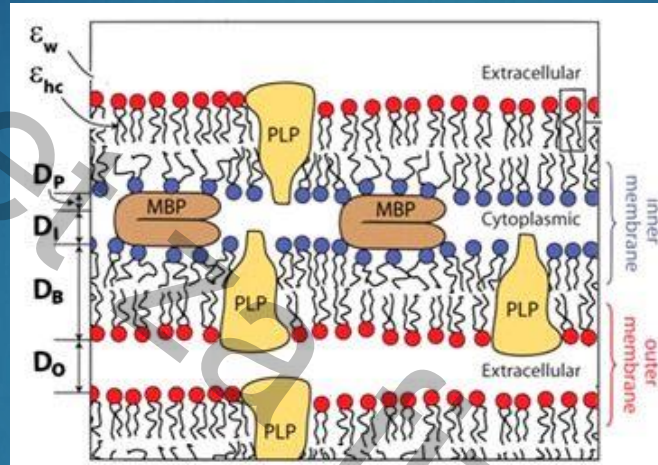
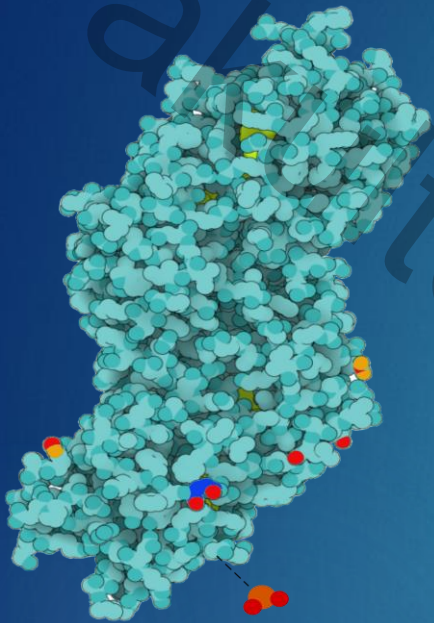


ТРАНСФЕР МАГНЕТИЗАЦИЈЕ И CEST

TO MAKE „INVISIBLE“ OBSERVABLE

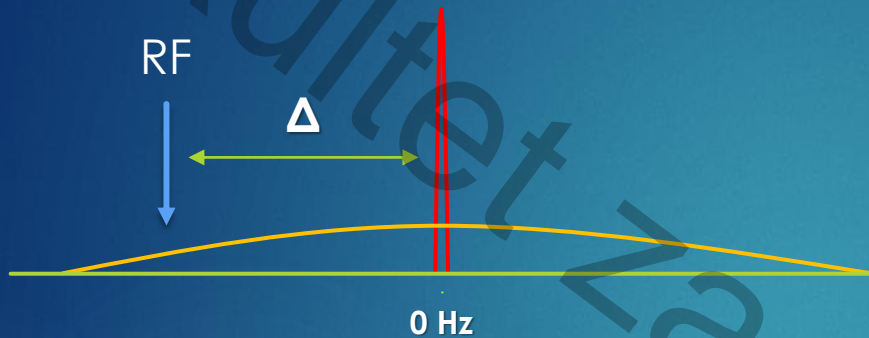
Принципи трансфера магнетизације



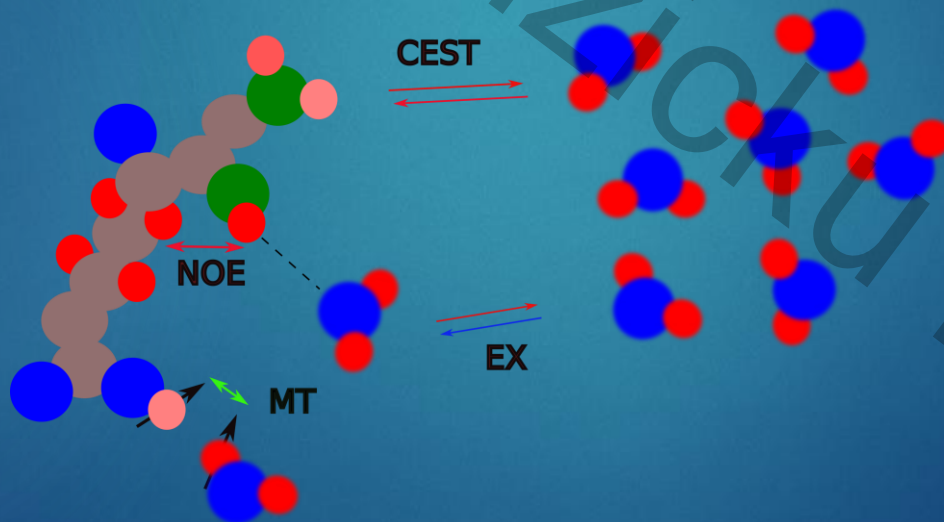
- Јако кратко T_2 ($\sim 1 \mu s$)
- Чврста фаза
- Директно невидљиви за МРИ

- Дуго T_2 ($> 10 ms$)
- Мобилна фаза
- Директно видљиви за МРИ

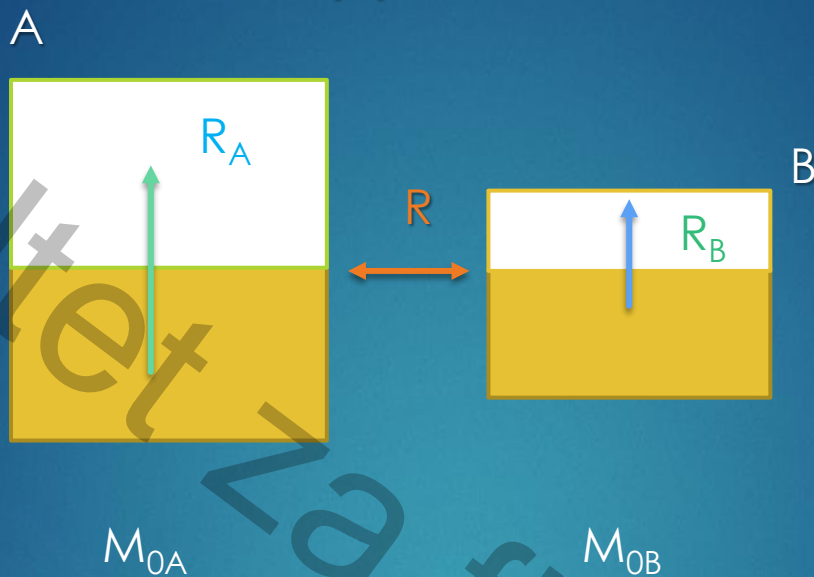
Основни принципи технике трансфера магнетизације



- Увођење у сатурацију протона из макромолекула
- Регистровање умањења сигнала мобилних протона који је последица трансфера магнетизације



Модел МТ



$$\frac{dM_{xA}(t)}{dt} = -\frac{M_{xA}}{T_{2A}} - 2\pi\Delta M_{yA}$$

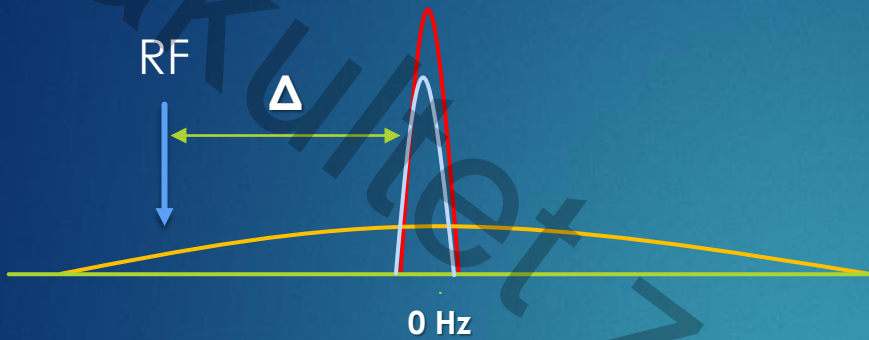
$$\frac{dM_{yA}(t)}{dt} = -\frac{M_{yA}}{T_{2A}} + 2\pi\Delta M_{xA} + \omega_1(t)M_{zA}$$

$$\frac{dM_{zA}(t)}{dt} = \frac{M_{0A} - M_{zA}}{T_{1A}} - k_{AB}M_{zA} + k_{BA}M_{zB} - \omega_1(t)M_{yA}$$

$$\frac{dM_{zB}(t)}{dt} = \frac{M_{0B} - M_{zB}}{T_{1B}} + k_{AB}M_{zA} - k_{BA}M_{zB} - W(\Delta, T_{2A}, t)M_{zB}$$

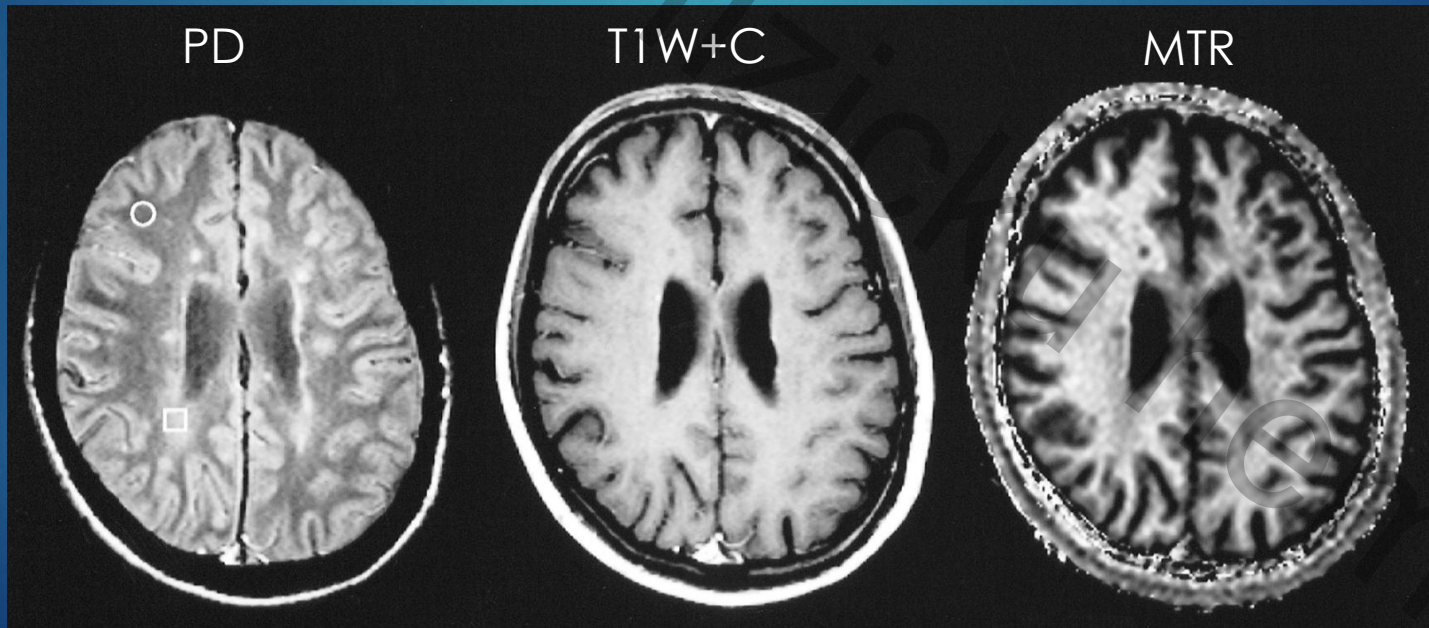
$$\frac{M_{0B}}{M_{0A}} = PSR$$

Утицај МТ на сигнал



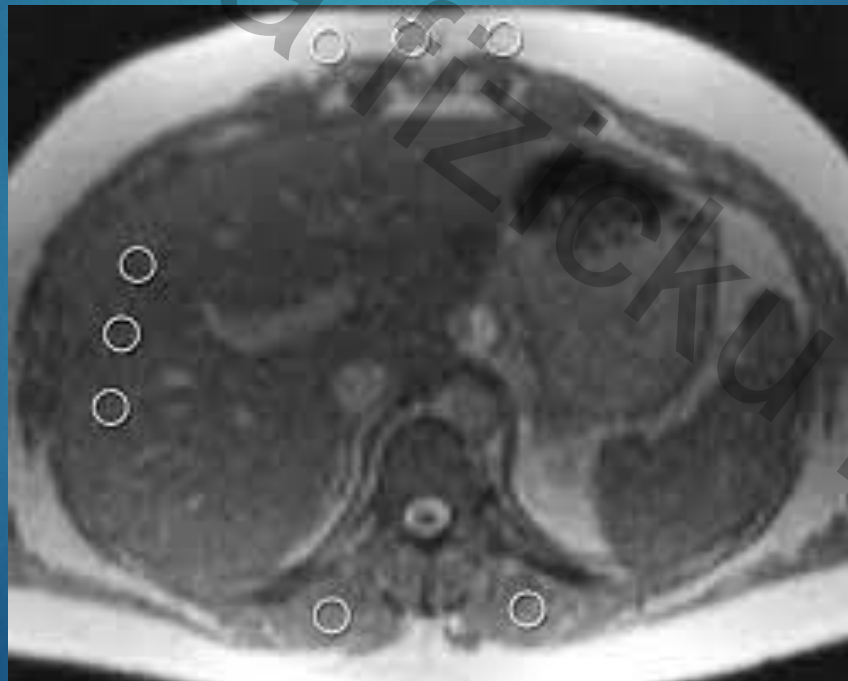
$$MTR = \frac{M_0 - M_s}{M_0} = \frac{S_0 - S_s}{S_0}$$

Користи се примарно на T_1

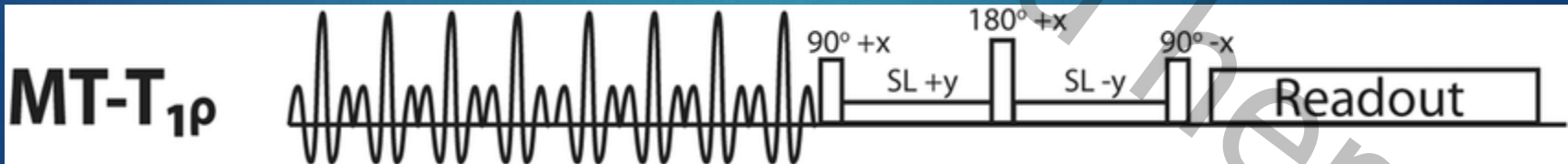


Типичне вредности MTR за нормална ткива

Ткиво	MTR (%)
Бела мождана маса	42-69%
Сива мождана маса	39-52%
Јетра	35-40%
Бубрег	25-30%



MT пулсна секвенција

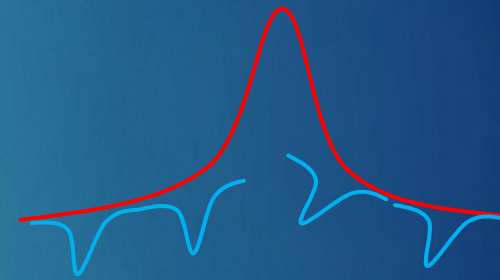
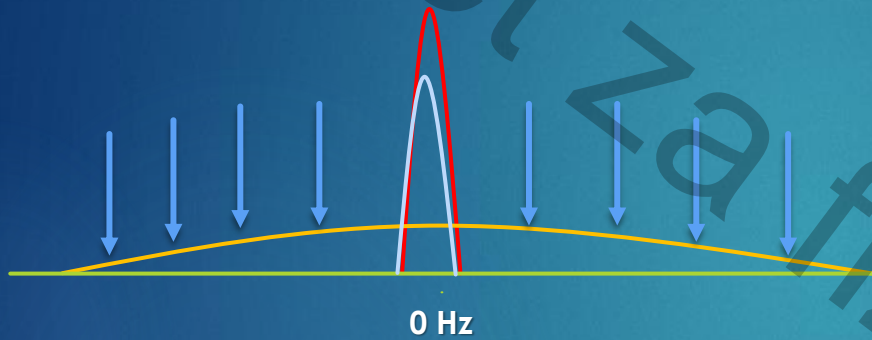


Квантитативни МТ?

Z-дијаграм

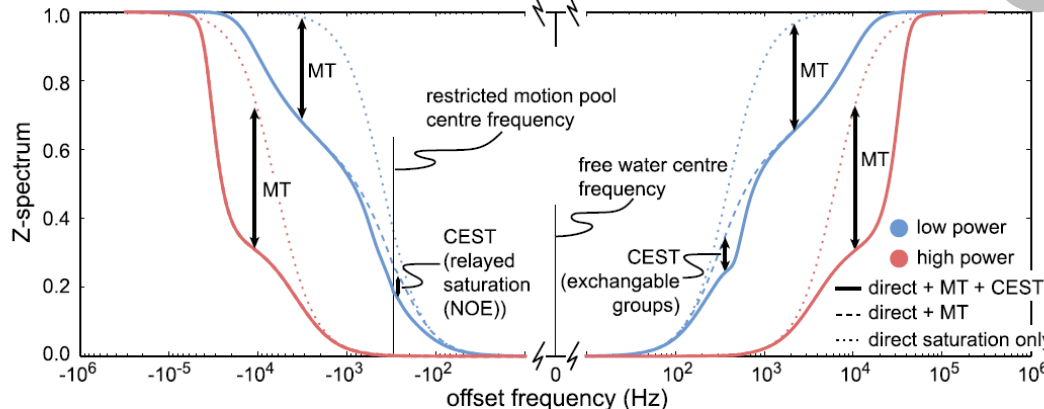
► MTR је неквантитативан!

► Осетљив је на B_0 , B_1 , остале ефекте који утичу на T_1 релаксацију (присуство гвожђа, едема, запаљеног процеса...)



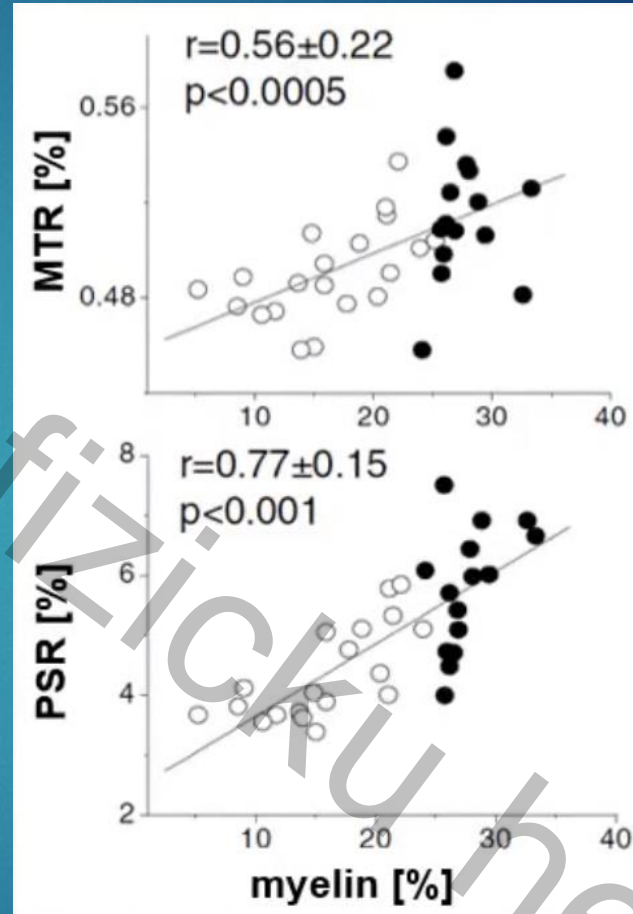
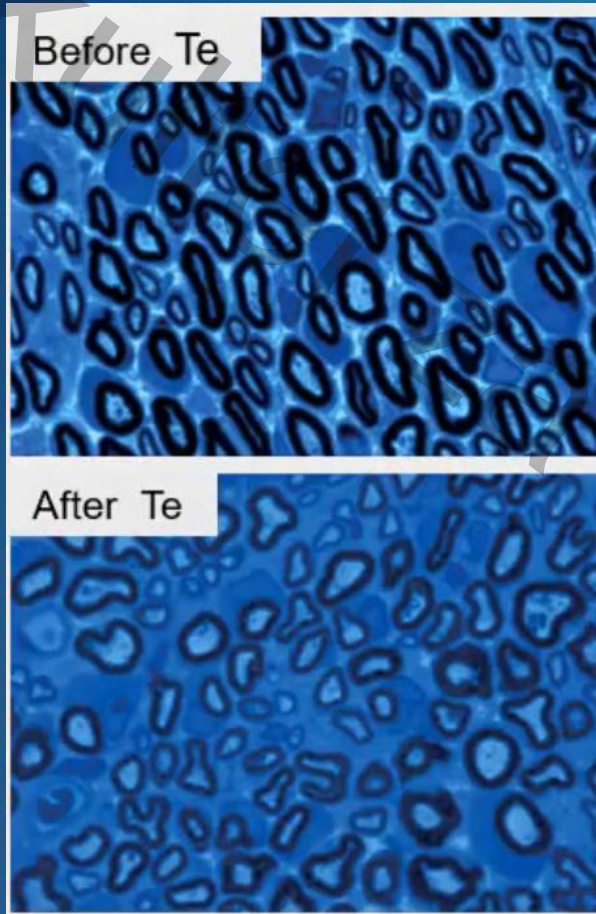
$$Z = \frac{S_{sat}}{S_0}$$

Z-спектар се фитује модификованим Bloch једначинама



$$\frac{M_{0B}}{M_{0A}} = PSR$$

Корелација са хистологијом

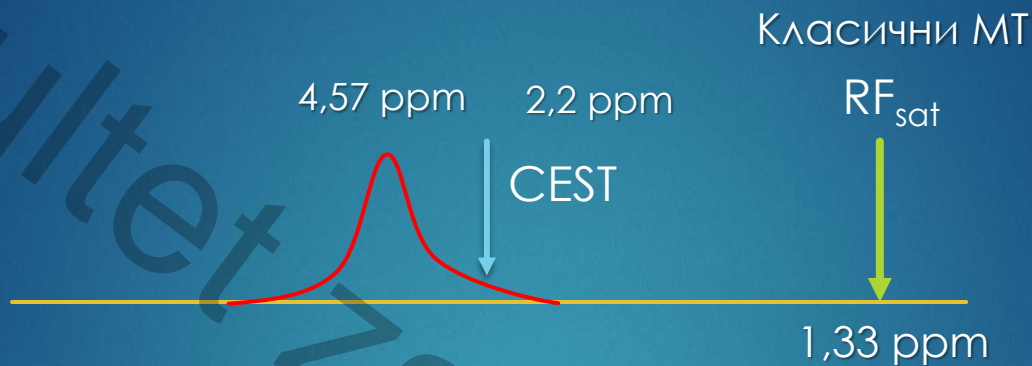


Odrobina et al (2005), NMR in Biomedicine, 18:277

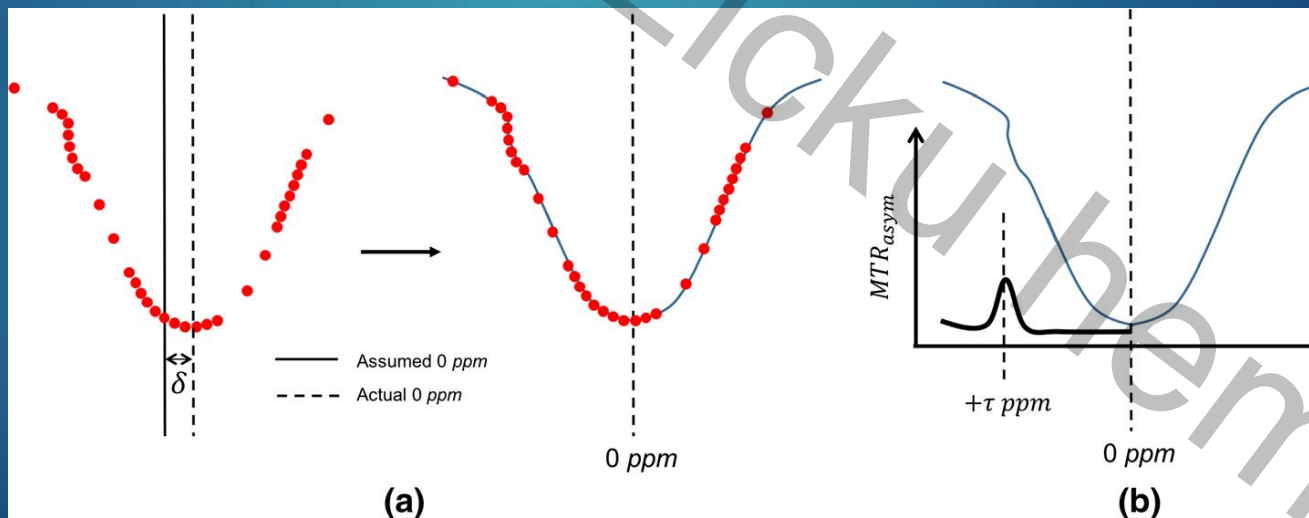
CEST (Chemical Exchange Saturation Transfer)

- ▶ Да ли је могуће „видети“ и остале молекуле?
 - ▶ Имиџинг осталих језгара (^{31}P ? ^{23}Na ?...)
Технички проблематично и скупо
- ▶ Сатурисати специфичне протоне (као код SPIR технике)?
- ▶ Кандидати? Мали молекули који садрже измењиве водоник (у облику OH, COOH, NH и NH₂ групе).
- ▶ Применљивост технике диктирају
 - ▶ Јачина магнетног поља
 - ▶ Разлика у фреквенцијама између фреквенције резонанције протона из воде и резонанције изменљивих протона
 - ▶ Снаге РФ пулса

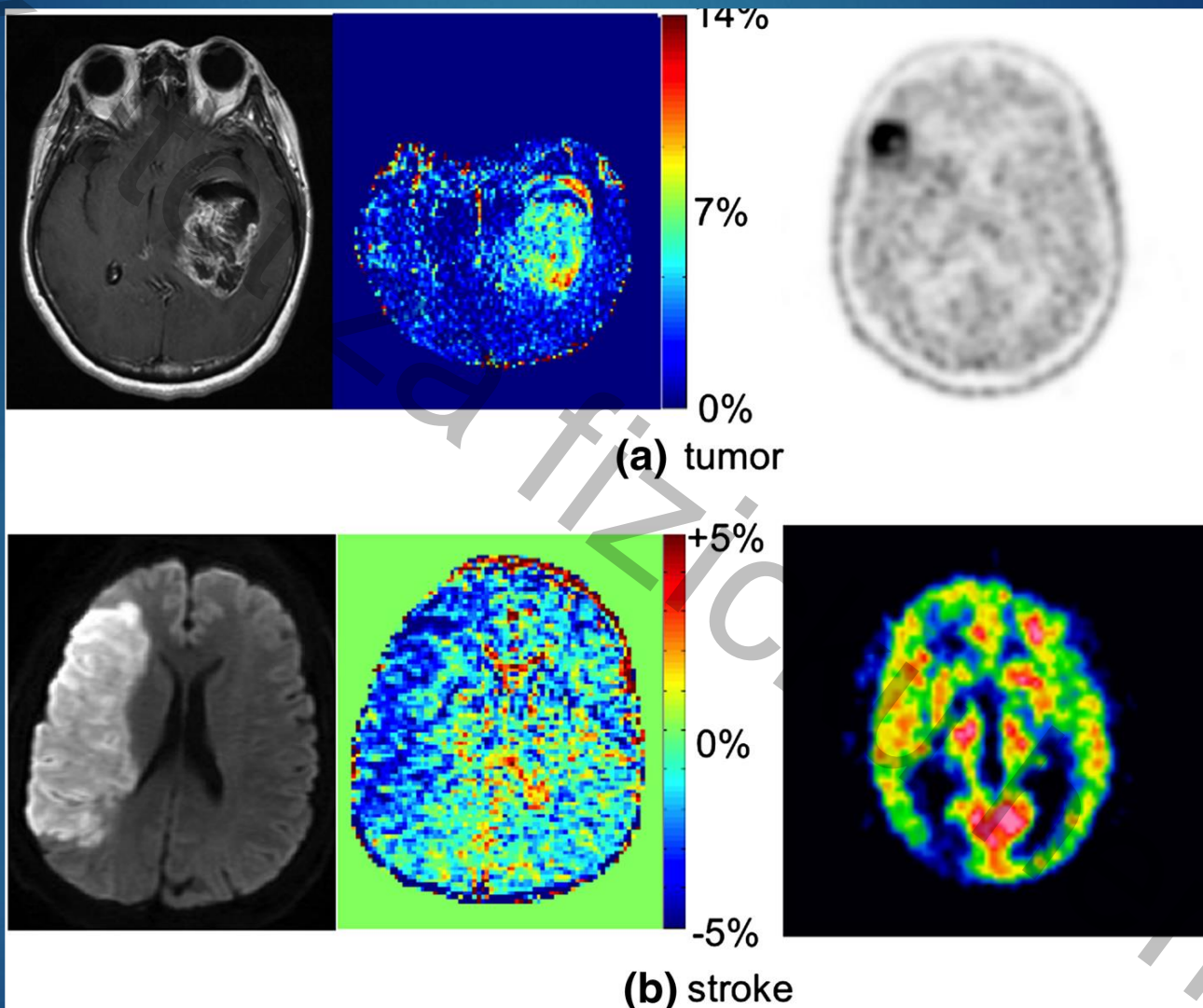
Проблеми ... Проблеми...



Сатурација измењивих протона, али и неизбежна сатурација протона из воде!



Примери



GluCEST у дијагностици MS

