

Magnetická rezonance

J.Lisý

Elektromagnetická indukce

- 1831 Michael Faraday
- v uzavřeném elektrickém obvodu způsobeném změnou magnetického indukčního toku vzniká elektrické napětí

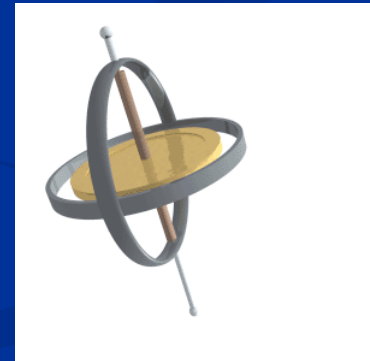
MRI

- zobrazujeme změny chování (spin, precese) jader prvků s **lichým atomovým číslem** v silném magnetickém poli po jejich rozkmitání (rezonanci) radiofrekvenčním (RF) pulsem
- nejčastěji pomocí **protonu vodíku H^+**
fyzikálně vektor (veličina o velikosti a směru)
- v zevním magnetickém poli se H^+ chová jako malý magnet

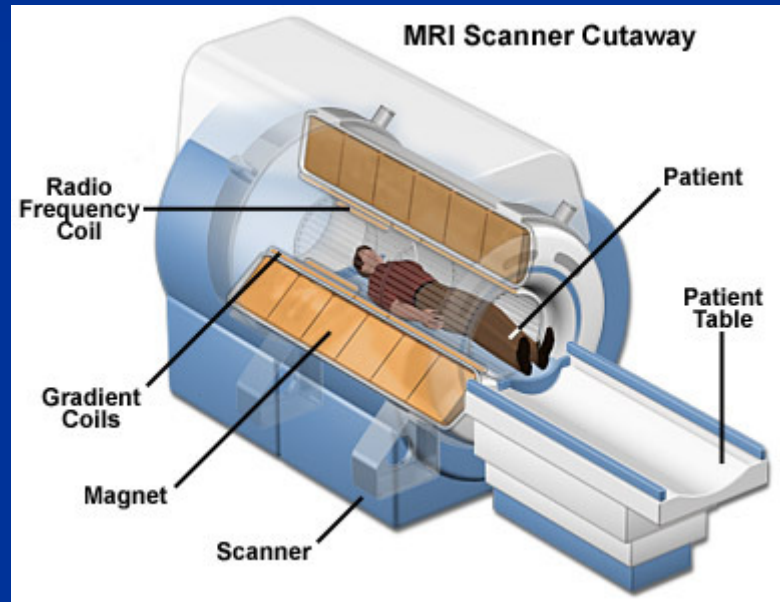
Spin, precesse protonu

- Spin

- Precesse

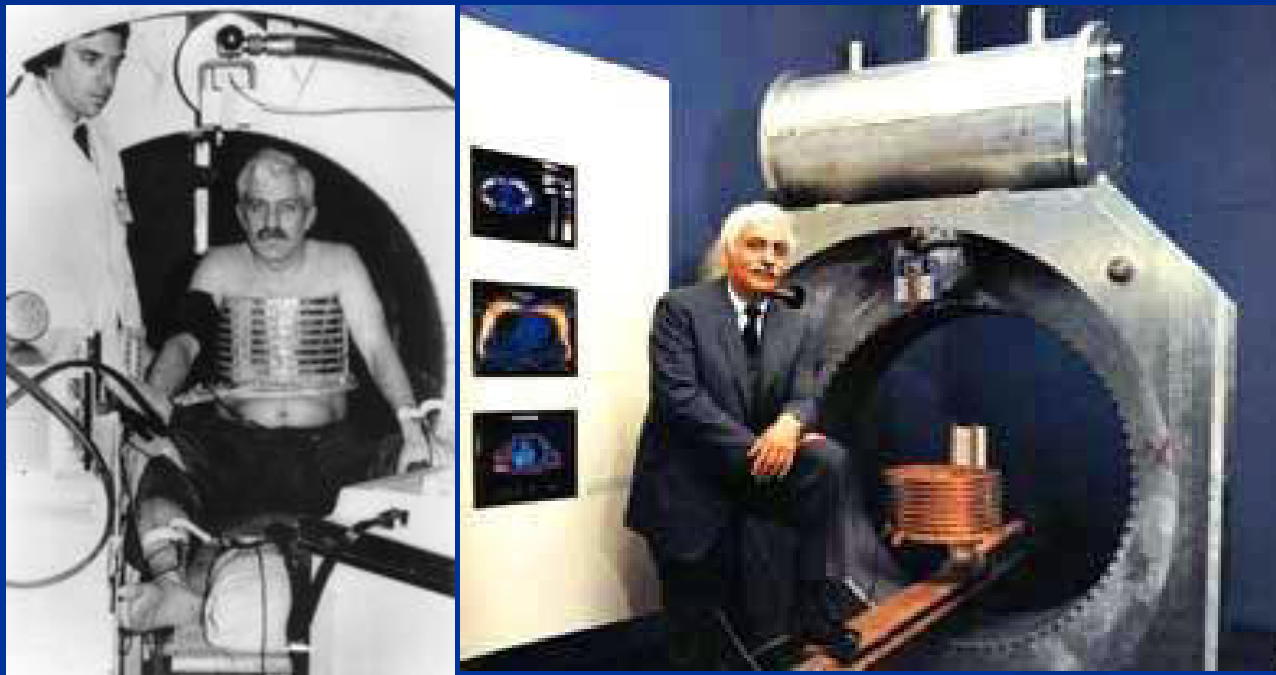


MRI



Lauterbur, Masfield

- Nobelova cena 2003



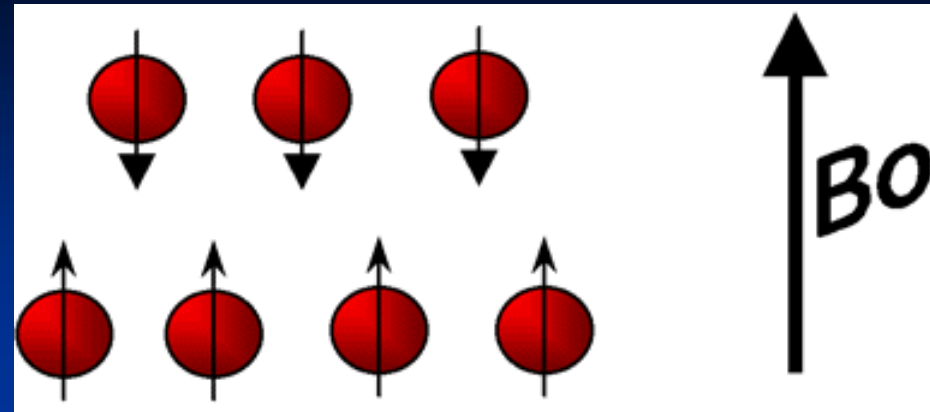
Damadian

1.Mimo magnet

slabé magnet. pole zemského jádra,
neovlivňuje H^+ v lidském těle

- T1 nahodilá orientace H^+ v lidském těle
žádná magnetizace
- T2 H^+ precese mimo fázi žádná magnetizace

2. Zevní magnet



- T1 většina H^+ paralelně,
menšina antiparalelně
longitudinální magnetizace
- T2 H^+ precesní f v různé fázi žádná
magnetizace

Larmorova rovnice

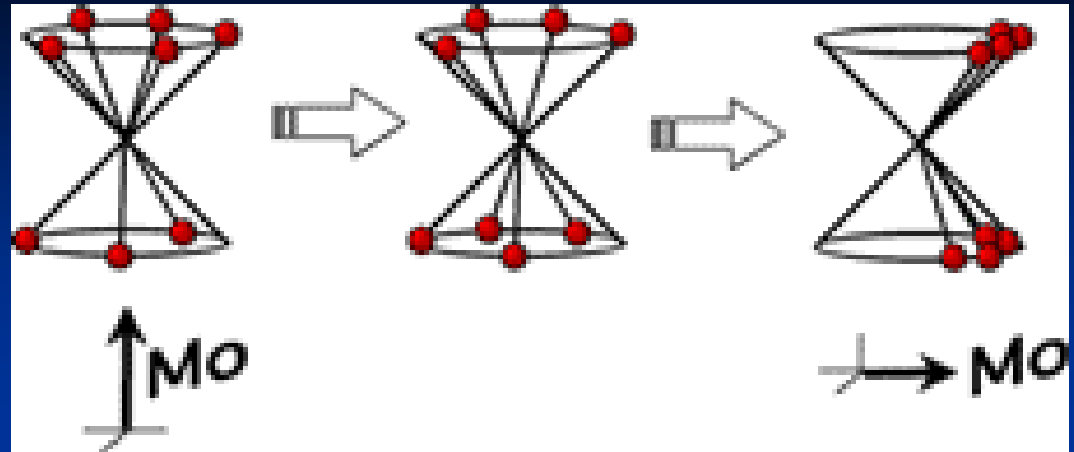
$$f = B \times u$$

f frekvence

B síla magnetického pole (daná silou
zevního magnetického pole, tj.
magnetu MR přístroje) v T (0,2T-
1,5T-3T)

u(omega) gyromagnetická konstanta (specifická
pro daný prvek) pro H^+ 42 MHz

3.RF puls



- T1 část H^+ absorbuje energii RF pulsu otočí se o 180 st., antiparalelně

Klesá longitudinální magnetizace

- T2 dojde k synchronizaci precese H^+

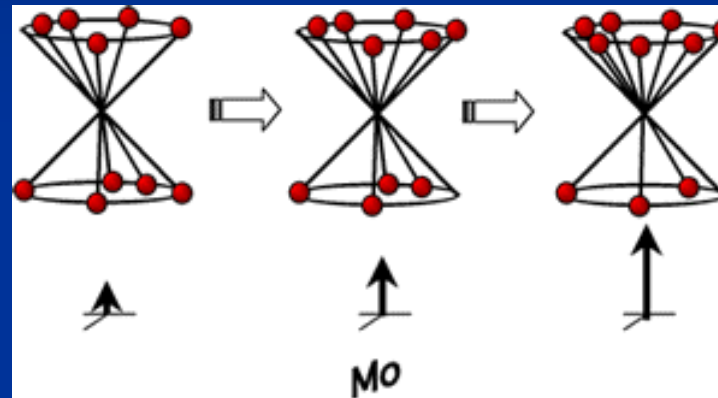
Vzniká transverzální magnetizace

4. Po RF pulsu

- T1 část antiparalelně orientovaných H^+ se vrací zpět do polohy paralelní
obnovuje se longitudinální magnetizace
T1 relaxační čas
- T2 fázová koherence (sfázování H^+) se rozpadá
klesá transvezální magnetizace
T2 relaxační čas

T1 relaxace

- spin protonů



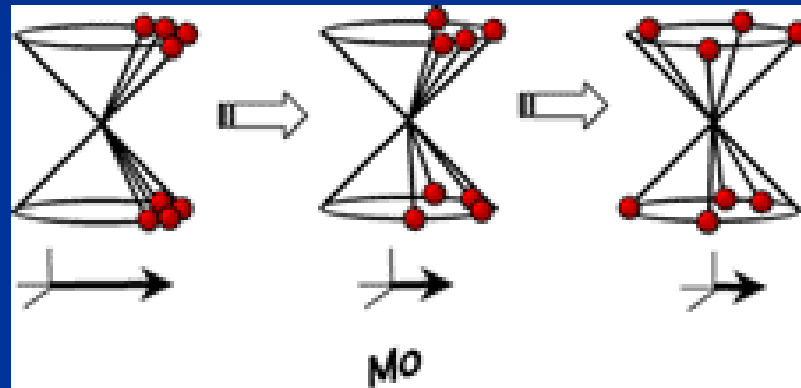
- délka T1 RT dána vztahem spin (H^+) – latice (mřížka okolních prvků)
- čím kratší T1 RT tím vyšší SI

SI různých tkání na T1

- tuk (vysoká SI, bílý)
- tekutina (nízká SI, černá)

T2 relaxace

- precese protonů



- délka T2 RT dána vztahem spin (H^+) – spin (H^+)
- čím delší T2 RT tím vyšší SI

SI různých tkání na T2

- Tekutina (vysoká SI)



Kontrastní látky

- **Gadolinium** 7 elektronů (malé magnetické pole)
- Toxické (vázáno v komplexotvorné sloučenině- chelátu) DTPA
DietylenTriaminoPentaAcetát
- nefrotropní (vylučováno ledvinami)
- zesiluje SI, kde je porušená hematoencefalická bariéra
(v mozku fyziologicky chybí v chorioidálních plexech,
adenohypofýze)
- zkracuje oba relaxační časy (T1 i T2)
- dávkování 0,1 mmol/kg, tj. 1ml/5kg váhy
- drahé 1400 Kč/10 ml

Příprava k vyšetření

- žádná
- dotazník
 - kovové předměty (kardiostimulátor, kochleární implantát)
 - těhotenství (ne 1.trimestr)
 - kojení (ne aplikace Gd)
- celková anestézie (malé, nespolupracující děti)

Indikace

- Neuro (mozek, mícha a páteřní kanál)
- játra a žlučové cesty
- MP
- muskuloskeletální systém, měkké tkáně
- ORL
- cévy

Absolutní kontraindikace

- kardiostimulátor
- kochleární implantát

jsou vyráběné z neferomagnetických slitin
v magnetickém poli se nedislokují

ale jsou programovatelné zevně přiloženým magnetem
silné magnetické pole MR přístroje zruší
naprogramovou frekvenci

Relativní kontraindikace

- kovové předměty v těle (chir. svorky, stenty, endoprotézy, osteosyntetické dráty)

jsou vyráběné z neferomagnetických slitin
v magnetickém poli se nedislokují, ALE
kovový artefakt

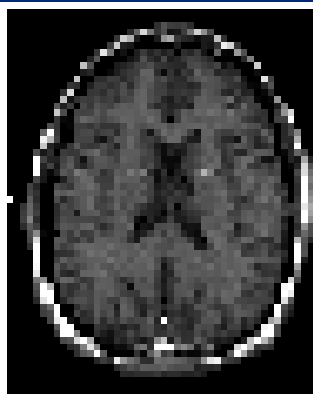
- těhotenství (ne 1. trimestru, organogeneze)
- kojení
- klaustrofobie (těsné gantry přístroje)
- malé děti (v celkové anestezii)

PD

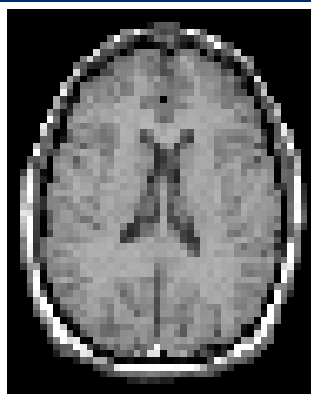
- TR dlouhé/TE krátké

signál měřen dříve než u T2- rozdíly v rozpadu fázové koherence jsou menší- nižší je kontrast mezi tkáněmi

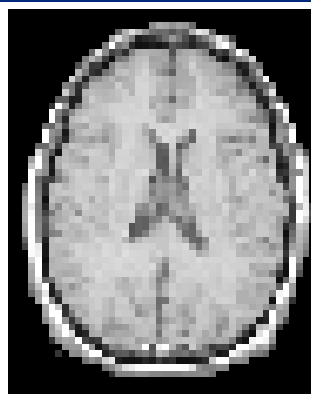
Čím delší TR tím více PD, méně T1



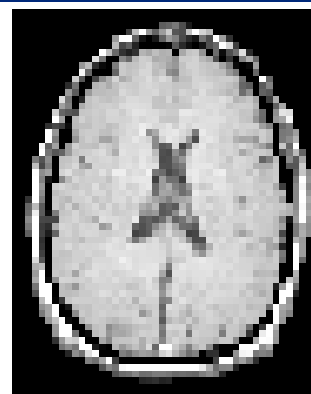
TR₁



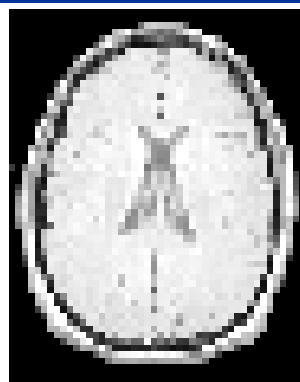
TR₂



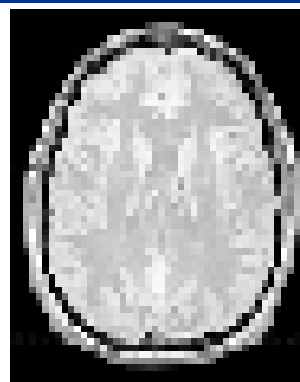
TR₃



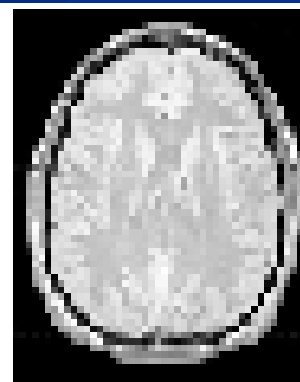
TR₄



TR₅



TR₆



TR₇