Prof.dr Simon Nikolić
zdravstvena nega

Magnetna rezonancija



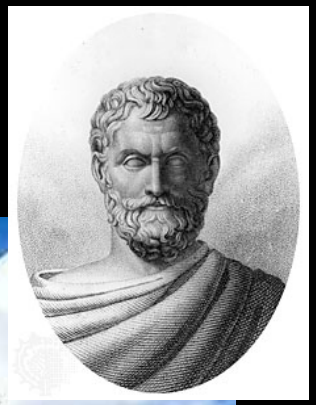
MMXV

Istorijat

Grad Manise (Magnezij) Mala Azija nalazi ruda magnetit Fe_3O_4 osobina da privlači metalne predmete.

600 g.pne Tales magična svojstva atoma i elektrona

120 g.pne Kina igla zauzima položaj sever-jug









1952 Nobel prize in physics





Felix Bloch

b. 1905 (in Zurich, Switzerland)
d. 1983

Edward Mills Purcell

b. 1912
d. 1997

1945 NMR spektroskopija kao experimentalna tehnika, 2 nezavisne grupe istraživača uspele da detektuju NMR signal u kondenzovanoj materiji.

Un.Stanford konstruiše prvi NMR aparat

Un.Harvard konstruiše homogeno magnetno polje

Bloch F., Hansen, W. W., and Packard, M. Nuclear Induction. Phys.Rev. 69, 127. 1946.
Purcell E.M., Torrey, H.C., and Pound, R.V. Resonance absorption by nuclear magnetic moments in solid. Phys.Rev. 69, 37-38. 1946.



2003 Nobel prize in physiology or medicine





Paul C. Lauterbur

b. 1929
d. 2007
University of Illinois
Urbana, IL, USA

Sir Peter Mansfield

b. 1933
University of Nottingham,
School of Physics and Astronomy
Nottingham, United Kingdom

za otkrića u vezi sa slikanjem mekih tkiva pomoću NMR
"for their discoveries concerning magnetic resonance imaging"

Komponente uređaja

- Izvor homogenog mag.polja
- Gradijentni podsistem
- Radiofrekventni kalemovi
- Sto za pacijenta
- Računarski sistem
- Štampač imidža



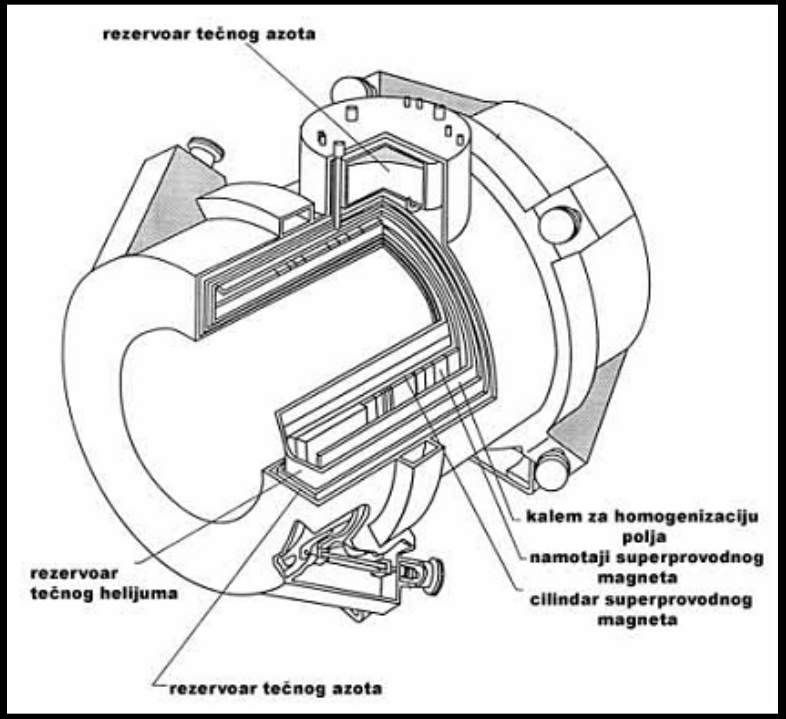
1. Izvor homogenog mag.polja

- Permanentni magneti 0,3 T, magnetno polje se ne može isključiti
- Superprovodni 0.5 – 4 T

  namotaji metala i legure (Ti-Niobium; V-Ga)

  koji gube otpornost na niskim T^0,

  hlade se slojem tečnog He.



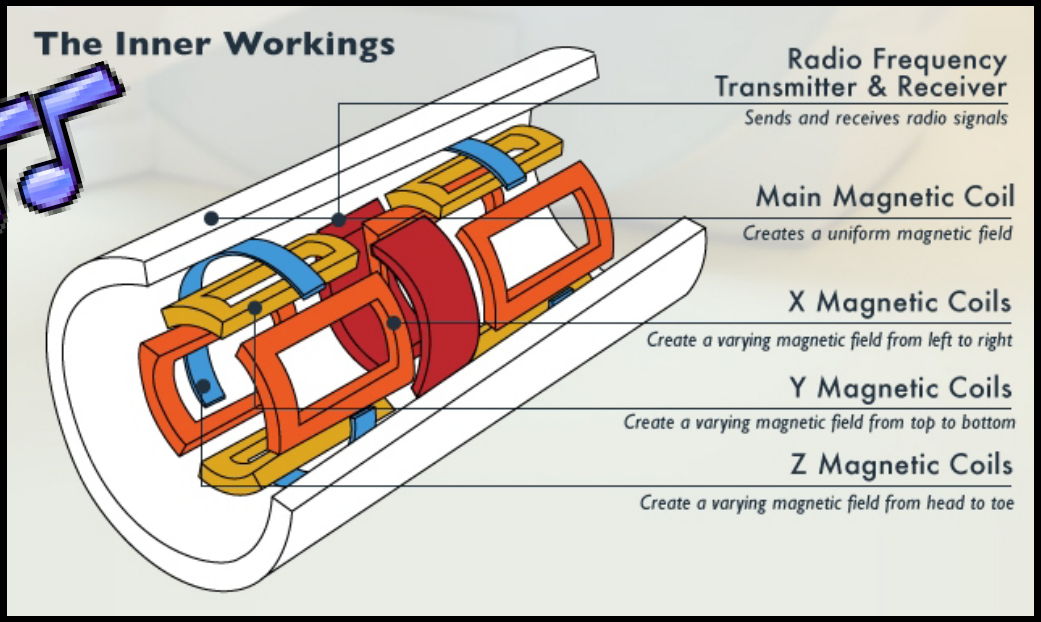
2. Gradijentni podsistemi

Služe za selekciju preseka.

Linearni poremećaj osnovnog mag.polja u 3 pravca (X-Y-Z).

Nalaze se u stativu zajedno sa mag.osnovnog polja, tokom rada se uklj.-isklj. i prave buku (dB).

Njihova jačina meri se u mT/m (promena jačine polja na jedinici rastojanja).



3. Radiofrekventni kalemovi

Za generisanje i detekciju RF impulsa (Emiteri i Rezonatori).
Postavljaju se u blizini tela (glavu, telo, površinski-koleno,...)
Može se koristiti jedan ili više manjih za fazni rad (višeslojno snimanje).



4. Sto za pacijenta







5. Računarski sistem



Multiprocesorski

- Objedinjuje rad podsistema i veliki broj operacija koje moraju da budu sinhrone. Bira se odgovarajući protokol.

  Prikupljeni podaci obrađuju u više ciklusa.
- Rekonstrukcija i prikaz slike

  (Fourier transformacija - radi se o matematičkim operacijama)
- Memoriše podatke

6. Štampač imidža



Kao prelazna faza ka potpunoj digitalizaciji.

- Laserski printer (filma i papaira)

  konzistentan oblik tačaka na celoj površini filma

Ujednačen, jasna prostorna rezolucija 650 dpi.

Koriste: urgentni centri, ortopediji, intenzivna nega, koji nemaju svoju dg.

- Termalni printeri

Osnovni princip rada uređaja za MR

se zasniva na fenomenu da jezgra određenih atoma postavljena u magnetno polje, mogu apsorbovati i emitovati radiofrekventne talase karakteristične frekvencije.

Razmena energije između protona i fotona

je sinhrona vibracija - magnetna rezonancija

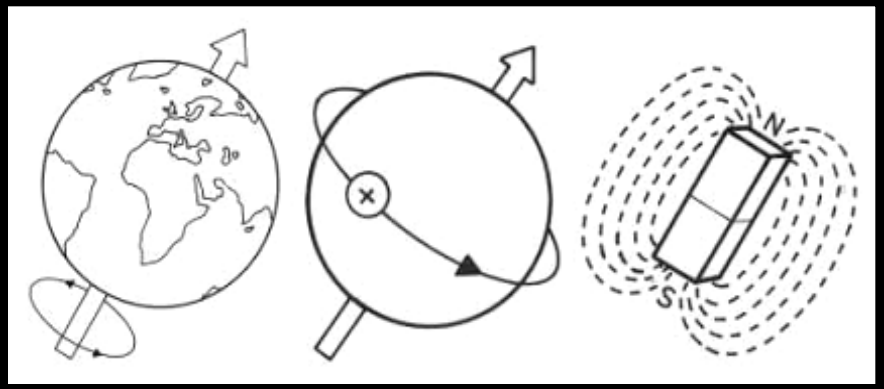


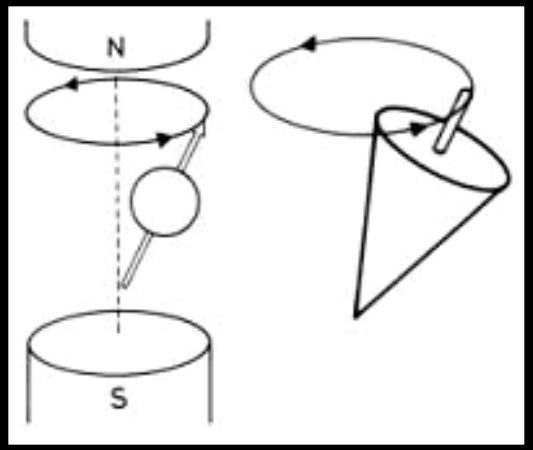
Fundamentalni fizički principi protona

- Masa
- Naelektrisanje
- **Magnetni moment**

  Naelektrisanje u kretanju stvara el.struju koja indukuje magnetno polje.
- Spin opisuje + ili –1/2
- Precesija kao čigra rotira oko smera mag.polja.

Precesiona frekvencija (Larmorova frekv.) - brzina kojom protoni precesiraju.





Rezonancija

(lat. resonantia) sazvučje – pojava vrlo jakog odgovora nekog sistema ili tela koje je u stanju da treperi sopstvenom učestalošću, kada se izazove nekim periodičnim spoljašnjim treperenjem iste ili bliske učestalosti.

- Akustična rezonanacija efekat “pevanja u kupatilu” kada se neki tonovi čuju glasnije i odzvanjaju duže od drugih. Zvučni talasi se lako odbijaju od zidova i frekvencija glasnijih tonova odgovara rezonantnoj frekvenciji vazduha u kupatilu.

- Električna rezonancija stari radio i televizijski prijemnici je koriste da bi se podesili samo na jednu frekvencu u jednom trenutku. Radio talasi prolaze kroz antenu prijemnika, izazivajući tok malih oscilujućih struja. Rezonantno kolo prijemnika se podešava promenom kondenzatora dok se ne pronađe stanica sa istom frekvencom.

- Magnetna rezonancija

Od interesa su atomi sa neparnim brojem nukleona.

Skoro svaki element u periodnom sistemu ima bar jedan izotop sa spinom različitim od nule.

Jezgro	Nespareni protoni	Nespareni neutroni	Ukupan spin	γ(MHz/T)
^{1}H	1	0	1/2	42.58
^{2}H	1	1	1	6.54
^{31}P	0	1	1/2	17.25
^{23}Na	2	1	3/2	11.27
^{14}N	1	1	1	3.08
^{13}C	0	1	1/2	10.71
^{19}F	0	1	1/2	40.08

H

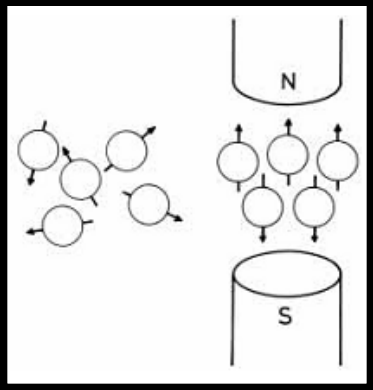
- velika prirodna zastupljenost
- visoka osetljivost MR signala

Generalno protoni u telu imaju proizvoljnu orijentaciju. Vektori njihovih magnetnih momenata usmereni u svim pravcima, tako da se poništavaju i ukupna magnetizacije jednaka je **0 .**

Magnetni momenat jednog protona je mali.

Da bi se merila indukcija el.struje potrebno je da protoni deluju u grupi.To se postiže uvođenjem u homogeno mag.polje.





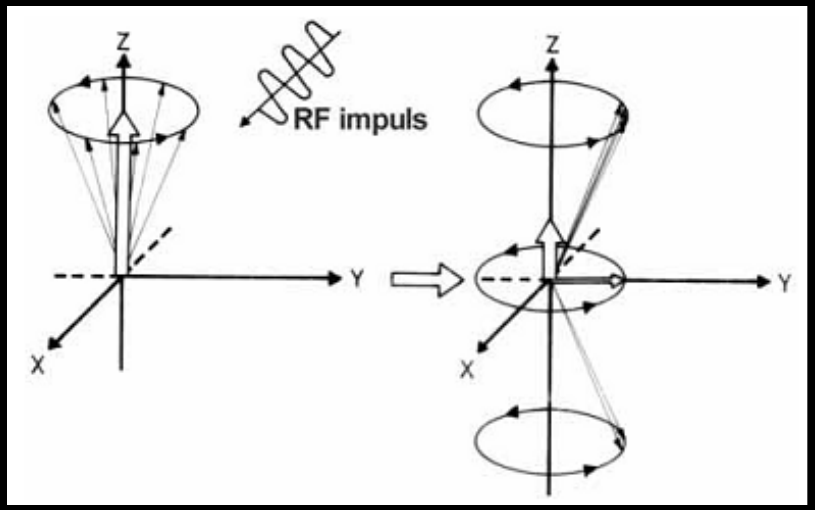


Kada se protoni nađu u jakom homogenom magnetnom polju (pr. 0,02T) za nekoliko sec. postižu max. longitudinalnu magnetizaciju tj. orijentišu se paralelno.

Telo bolesnika postaje magnetizirano, a jačina magnetizacije zavisi od broja protona unutar volumena tkiva, odnosno od gustoće protona.

Da bi se magnetizacija merila moramo da narušimo uspostavljenu ravnotežu.

Spoljašnje emitovanje RF talasa karakteristične frekvencije dolazi do poremećaja u novouspostavljenoj orijentaciji. Jezgra će apsorbovati ovu energiju i biće izvedena iz pređašnjeg položaja, dobiće neku drugu orijentaciju u prostoru.

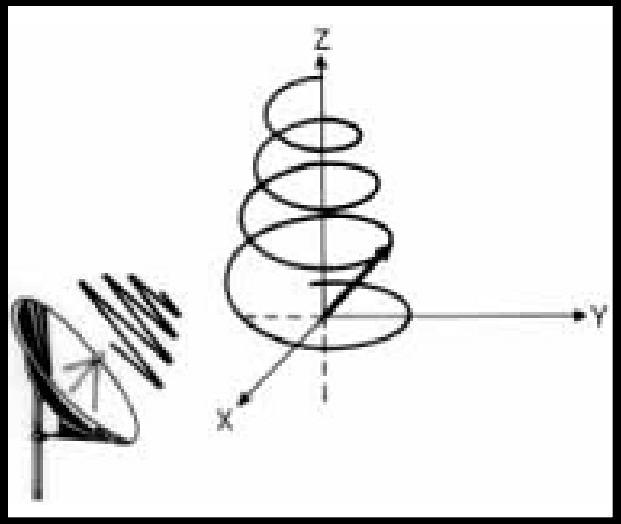


Da bi se to dogodilo, frekvencija primenjenih RF talasa mora biti jednaka frekvenciji precesirajućih protona. Upravo taj fenomen zove se magnetska rezonancija. Dolazi do interakcije (frekventne rezonancije).

To je prvi korak procesa u kojem se magnetizacija transformiše u upotrebljiv MR signal.

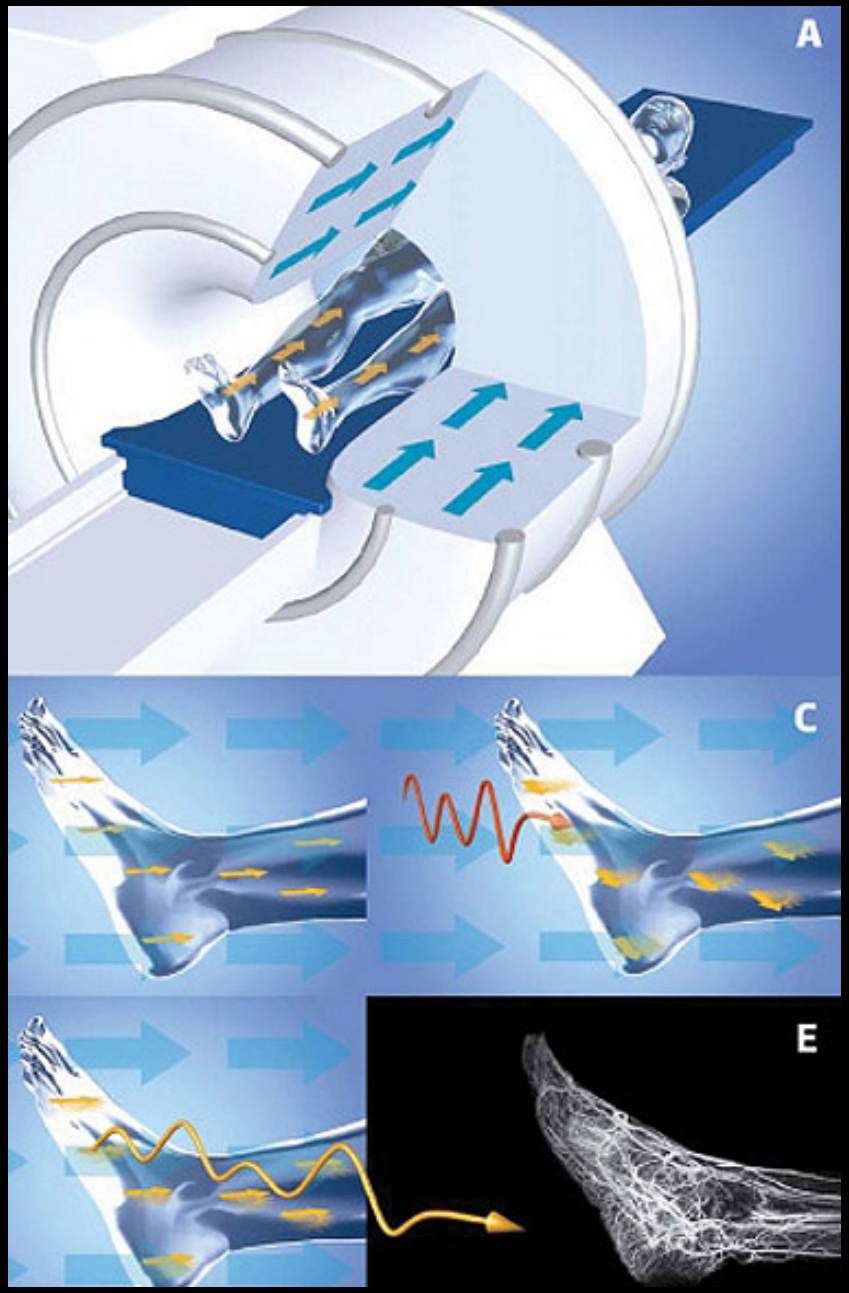
Po prestanku dejstva RF impulsa ceo sistem se vraća u stanje ravnoteže paralelnost se ponovo uspostavlja.

S vremenom se trans.magnetizacija smanjuje a long. postepeno opravlja, sve do povratka sistema u početno stanje. Ukupan vektor se kreće spiralno, menjajući pravac od trans. do long.



U trenutku rotacije protoni se precesiono kreću oko jakog mag.polja indukujući napon el.struje (MR signal) na posebno dizajniranim prijemnim antenama.

Signal koji se dobija u MR je el.struja indukovana u prijemnom kalemu.

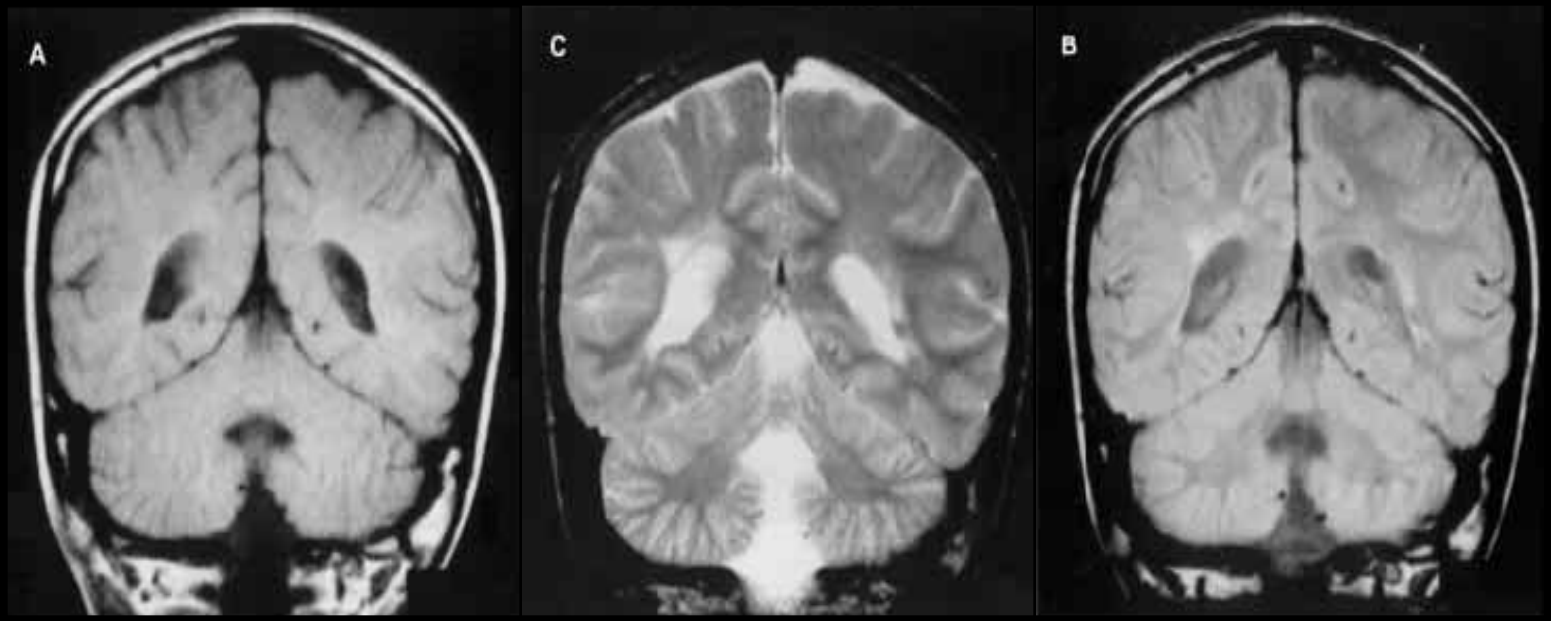

A
C
E

T1 - vraćanje sistema u stanje long. magnetizacije.

Zavisi od sastava i strukture tkiva. Ukoliko ima molekula koji se brzo kreću višak energije će se sporije odavati.

T2 – smanjenje trans. magnetizacije.

Zavisi od mag.polja susednih jezgara, pa je karakterističan za svako tkivo.



Vreme snimanja

TR x br.Linija x 2D

1 sec/sekvenci x 128 Lin x 2 vreme ponavljanja
= 256 sec) 4,16 min *po preseku*

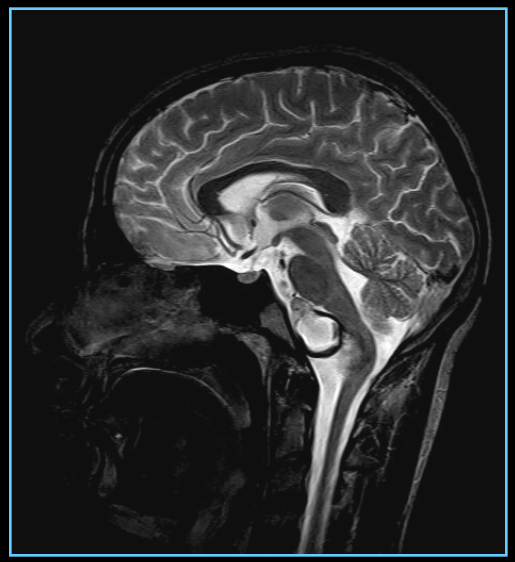


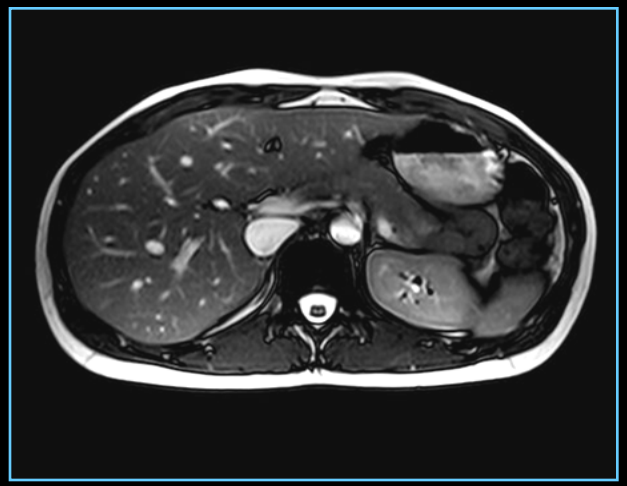
x 10 preseka = **42 min**

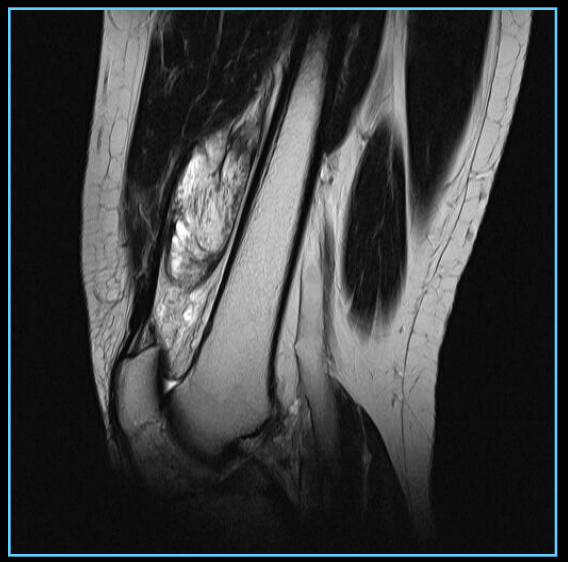
Ubrzavnje pregleda - istovremeno se vrši merenje na 32 tačke.
(jednokanalni aparati rade jednu po jednu tačku redom)

Prednosti

- Nema jonizujućeg zračenja
- Neinvanzivnost
- Promene kontrasta slike različitih tkiva
- Multiplanarna projekcija bez promene položaja bolesnika







Nedostaci

- Dugo trajanje pregleda (preko 15 min)
- Klaustrofobija
- Kontraindikacije

- Cena uređaja
- Cena pregleda
- Dostupnost uređaja



Apsolutne kontraindikacije

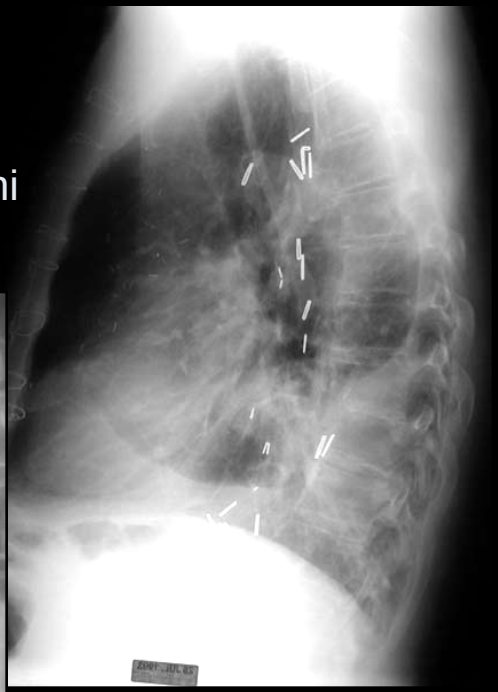
- Pacemakeri (otkazuju na 10 G)
  Diskete, mag.trake - 50 G 1T = 10 000 Gausa

- Metalni implanti
  (valvule, ortopedske i stomatološke proteze, ...)
- Aneurizmalni klipsevi
- Hirurški stapleri
- Inplantirani sistemi za inf.
  (insulinske pumpe, automatski injektori lekova, drenažni sistemi sa automatskim podešavanjem protoka,...)









Apsolutne kontraindikacije

- Neurosimulatori (TENS units)
- Kohlearni implantati i slušni aparati
- IntUtContracepDevice (spitala)
- Šrapneli i strani metalni objekti
- Strana tela u oku

- Pirsing i obimne tetovaže
- Permanentni eyeliner











Relativne kontraindikacije

Mere opreza

- Ne u prva 3 mes. trudnoće
- Da u 2 i 3 mes. kada druge nejonizujuće metode nisu adekvatne
- deca do 12 godina života (samo do 1.5T)
- ekstremna gojaznost
- bolnost
- nekooperativni pacijenti
- pacijenti sa nevoljnim pokretima
- anksioznost / klaustrofobija









- KS prolazi placentu
- nakon KS Laktacija ne u 48h (izluči 99,2%)

Redosled kretanja pacijenta u postupku snimanja MR

- Dolazi na prijavnicu i predaje uput
- Odlazi u čekaonicu



- Na poziv odlazi u sobu za pripremu pacijenta

Svi metalni predmeti moraju se odstraniti (sat, ključevi, privesci, naušnice, lančići, sitan metalni novac, magnetne kartice, ...). Ukoliko je potrebno pacijent obavlja fiziološke potrebe pre snimanja.

Tehničar - proverava da li su svi metalni predmeti skinuti.

Lekar - obavlja kratak pregled pacijenta. Obaveštava o dužini i toku snimanja, da pregled nije bolan, potrebna je saradnja.

Anesteziolog - sedacija male dece i nekooperativnih pacijenata.

- Tehničar uvodi pacijenta u MR salu.

Pozicioniranje stola u aparat, vodi računa o kalustrofobiji.Postoji audio-vizuelna komunikacija, dodatna provera tokom snimanja.

Aplikacija KS.

Nakon završenog snimanja tehničar obaveštava pacijenta da je pregled završen. Izvlači sto, pomaže pacijentu da sedne a nakon kratkog vremena i ustane. Sve vreme pridržava pacijenta.

- Po završetku pregleda

  pacijent se vraća obrnutim redom.
- Nalaz dobija na prijavnici



MR mozga

Jedan od najčešćih pregleda. Obavezan presek u 3 ravni.

Izostanak signala koštane strukture omogućuje izvrstan prikaz kore mozga, bazalnih struktura, zadnje lobanjske jame i produžene moždine.

MR signali sive i bele mase mozga su dovoljnog intenziteta da se međusobno diferenciraju.

Gadolinijev ks. ne prolazi hemato-encefalnu barijeru ukoliko je intaktna. (Da - upale, tu)



MR kičmenog stuba

Najčešća indikacija za MR pregled, posebno lumbalnog dela kičme.

Revolucionarna promena imaginga.

Vrlo kontrastno prikazivanje sadržaja spinalnog kanala, iv diskusa, paravertebralnih mekih tkiva.

Gadolinijev ks. se ne koristi rutinski, već samo u strogim indikacijama spondilodiscitis ili tu u spinalnom kanalu.



MR dojki

Potrebno je simultano skeniranje dojki.

Bolesnica leži na trbuhu, da bi se smanjili artefakti respiracijskih pokreta.

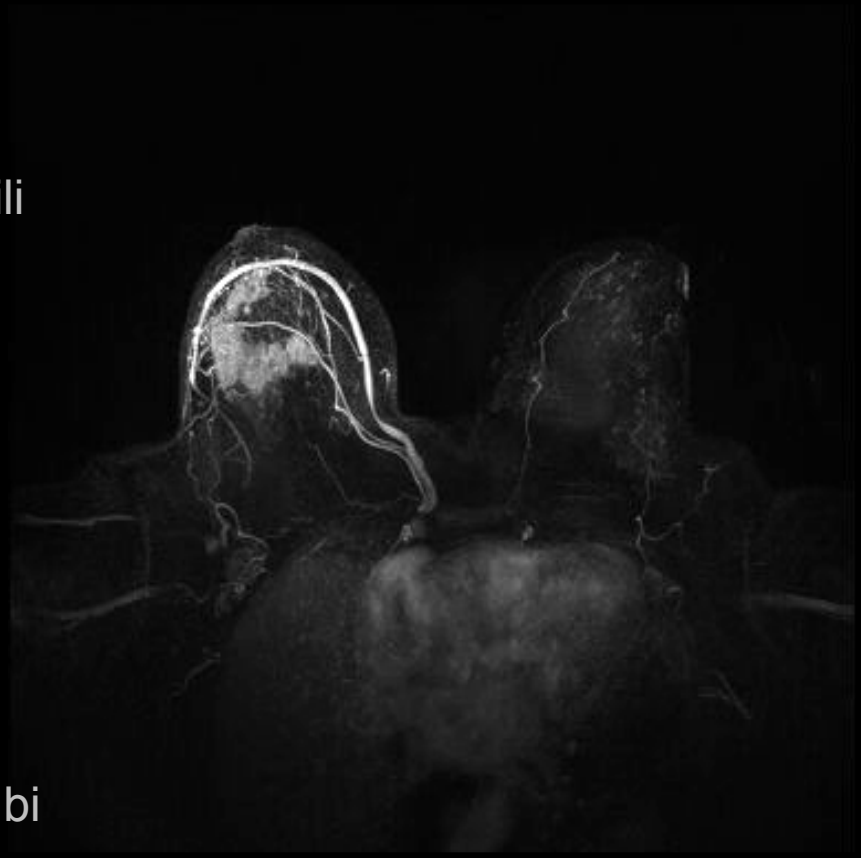
T1 sa supresijom masti.

Slojevi debljine oko 1 mm.

Izvrsna metoda u ranom otkrivanju raka.

Metoda otkriva područja pojačanog protoka krvi – angiogeneza; nije namenjena prvenstveno morfološkoj analizi.

Aplikacija ks. uzastopno (obično 5 x) da bi se procenila dinamika nakupljanja i ispiranja.



MR abdomena

- Standardni protokoli uključuju breth-hold sekvence (VIBE, LAVA) koje se mogu kompletirati unutar 25 sec.
- STIR za procenu parenhimskih abd. organa.
- trueFISP sekvence se koriste za prikaz tankog (MR enterolkiza) i debelog creva (MR kolonografija).
- MRCP koristi predhodne sekvence sa pojačanim signalom za stacionarne tečnosti.
- U koronalnim presecima moguće je proceniti elongaciju i tortuozitet aorte.



MR koštano-zglobnog sistema

Korišćenje MR ograničavaju zglobne proteze i osteosinteze od feromagnetnih materijala koje nisu apsolutna kontraindikacija ali treba računati na artefakte.

Položaj pacijenta za optimalan prikaz regije od interesa. Zglobovi u neutralnom položaju.

Skeniranje u 3 ravni.

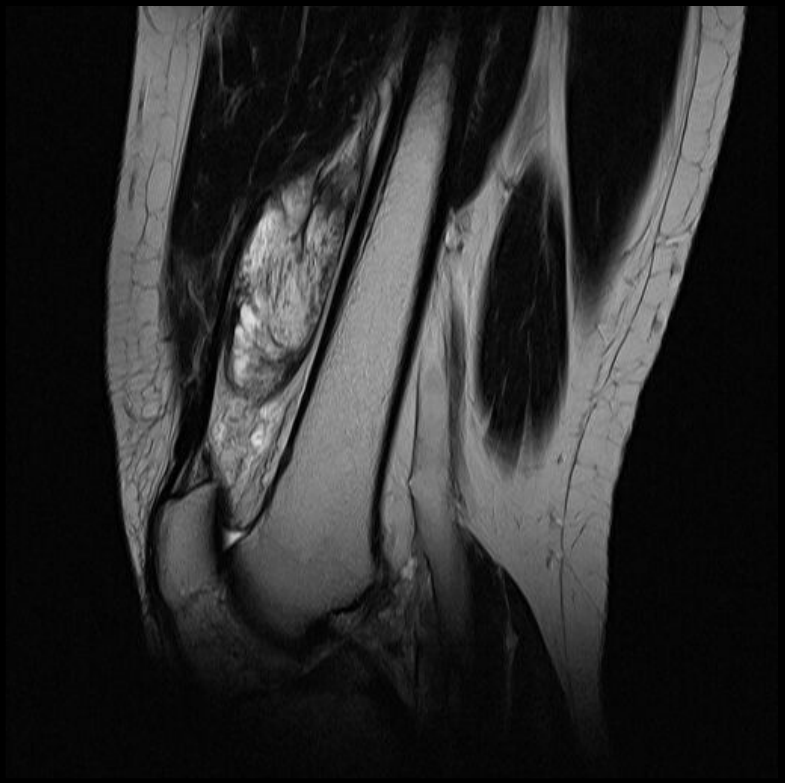
Sekvence:

PD zbog izvrsnog prikaza ligamenata i hrskavica.

T2 kod upala i tu.



- Kost (kompakta, kortikalis i gredice spongioze), ligamenti, tetive i vezivne hrskavice (meniskusi, triangularni disk) su niskog signala u svim pulsnim sekvencama
- Solidni kalcifikati, tu niski signal T1.
- Mišići su sličnog signala (niskog) u svim sekvencama.
- Mast visok signal T1.
- Hijaline hrskavice, koštana srž različitog signala u različitim pulsnim sekvencama.
- Zglobni izliv niskog signala T1; visokog T2.







1895 1995



Univerzitet Priština - Kos.Mitrovica
Medicinski fakultet

Predmet **Radiologija**



http://www.med.pr.ac/katedra/interna-medicina.php