

Magnetická rezonance

1. Co je Magnetická rezonance
2. Princip Magnetické rezonance
3. Vyšetření Magnet. rezonancí
4. Příprava pacienta na vyšetření
5. Kontraindikace k vyšetření MR
6. Práce na pracovišti v Teplicích

1) Co je magnetická rezonance

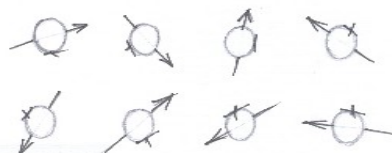
Magnetickou rezonancí nazýváme neinvazivní vyšetřovací metodu, která se od konce 70. let stává nenahraditelnou součástí komplexu zobrazovacích metod užívaných moderní lékařskou vědou. Je odvozena od klasické nukleární magnetické rezonance, což je metoda založená na rozdílných magnetických vlastnostech atomových jader různých prvků. Přístroj magnetické rezonance nepůsobí s rentgenovým zářením, ale využívá síly mohutného magnetu, a obrazy vznikají na základě odezvy dočasných změn magnetických poměrů v tkáních. Magnetická rezonance vychází ze základních fyzikálních principů:

- 1 – Póly nemohou existovat samostatně. Jen v páru Sever a Jih.
- 2 – Magnetické pole vzniká v okolí každé elektricky nabitě částice, která je v pohybu.
- 3 – Atomová jádra se skládají z nukleonů (tj. protonů a neutronů). Neutrony jsou částice elektricky neutrální, protony mají kladný jednotkový náboj. Protony se svým kladným nábojem neustále rotují kolem vlastní osy a jako každá pohybující se nabitá částice vytváří ve svém okolí magnetické pole. Vykazují tzv. magnetický moment.
- 4 – Protony jsou schopné absorbovat energii elektromagnetického vlnění v případě, že frekvence pohybu protonů je totožná s frekvencí elektromagnetického vlnění a tento jev se nazývá rezonance.

① Atomová jádra mají svůj
JADERNÝ SPIN = magnetický moment



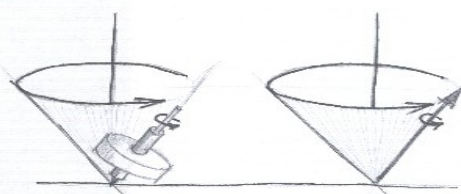
② Celkovým projevem všech
jader je magnetizace



③ Orientace spinů
v magnetickém poli



④ Magnetizace v magnetickém
poli



2) Princip MR

Představme si, že řada atomů v lidském těle se chová jako miniaturní magnety. Jádra s lichým nukleonovým číslem mají vždy jeden nepárový nukleon, který zajišťuje, že si jádro zachovává magnetický moment. Atom vodíku (H) je typickým zástupcem. Jeho zastoupení v živé tkáni a jeho relativně silný magnetický moment z něj činí objekt ideální pro magnetickou rezonanci, neboť 60% lidského těla je voda. Další využitelné atomy jsou např. C, F, Na, P. Za normálních okolností je orientace rotačních os jednotlivých protonů ve tkáních zcela nahodilá – tkáň se navenek chová nemagneticky. Vystavíme-li však zkoumanou tkáň vlivu silného magnetického pole, uspořádají se všechny protony svými rotačními osami rovnoběžně se siločarou vnějšího magnetického pole. Část z nich se ustaví do polohy paralelní (souvlnivé), část antiparalelně (opačně). Paralelních protonů je vždy více než polovina a tkáň tak začíná vykazovat magnetický moment – chová se magneticky. Jednotlivé tkáně se, tím že mají různou biochemickou strukturu, projevují navenek různě velkými magnetickými momenty a dávají nám tak zásadní informaci o svém složení.

Abychom mohli magnetický moment zjistit a změřit, vyšleme do tkáně elektromagnetický impuls, čímž vlnění, které je nositelem energie. Zvolíme takovou frekvenci elektromagnetického vlnění, která je totožná s frekvencí precesního pohybu protonů. Precesní pohyb protonů je rotační pohyb, kdy rotující proton sám ještě krouží kolem pomyslné osy, kterou lze ztotožnit se siločarou magnetického pole zevního magnetu. Vlastní rotační osa protonu vykonává tak ještě pohyb po plášti kužele. Národným příkladem je dětská hračka tzv. káča, která kromě toho, že se otáčí kolem své osy, naklání se rovněž soustavně a plynule na všechny své strany, aniž by se převrhla. Jsou-li obě frekvence, frekvence elektromagnetického vlnění a frekvence precesního pohybu protonů, totožné, jsou protony schopné absorbovat energii elektromagnetického vlnění a tento jev se nazývá rezonance. Používáme frekvence odpovídající zhruba rádiovým vlnám v rozsahu krátkých až velmi krátkých vln. Výsledný obraz zkoumané tkáně vyhodnocuje vysoce výkonný počítač pomocí složité matematické procedury.



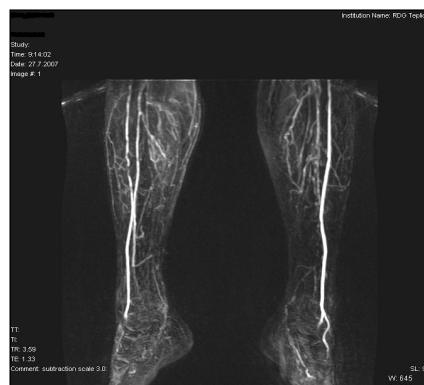
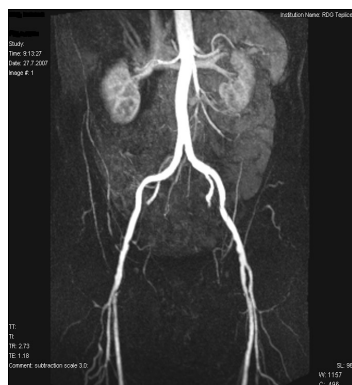
3) Vyšetření MR

Podle určitých vyšetřovacích postupů pak můžeme zobrazit určitou část lidského těla, například: mozek, páteř, klouby, svaly, pánev,... (Příklady vyšetření na našem oddělení)

Prakticky každá část lidského těla je zobrazitelná v různých rovinách jako průřezy vyšetřovanými orgány. Obrazy představují velmi tenké, většinou několik milimetrů silné vrstvy tkání, a čím je orgán menší, tím jemnější vrstvy zobrazujeme. Nejjemnější mají šířku 1 mm a užívají se například při zobrazení oka nebo jemných struktur vnitřního ucha.



Metody MR se stále rozvíjejí a v současnosti již nejde jen o statické zobrazení orgánů, ale i zobrazení funkce, např. při některých typech vyšetření srdce a cév. V teplické nemocnici se vyšetřují cévy, ne však srdce, což je dáno skladbou pacientů. Zobrazujeme též žlučové cesty (MRCP) a vývod slinivky břišní, jako doplnění vyšetření endoskopického při nejasných nálezech či nemožnosti provést endoskopické vyšetření (ERCP). Velmi dobře a přesně zobrazuje MR zhoubná onemocnění v pánvi. MR v onkologické diagnostice je velmi významná, zejména pro možnost zobrazit již malý nádor v časném stadiu.



Pro provoz MR zařízení je rovněž nezbytná soustava radiofrekvenčních cívek s různými funkcemi: 1- volumové cívky, 2- gradientové cívky, 3- vyrovnávací cívky, 4- povrchové cívky. S povrchovými cívkami obsluha

manipuluje, a proto se o nich zmíním podrobněji. (CD) Povrchové cívky jsou přikládány přímo k vyšetřovaným částem těla, podle kterých jsou speciálně vytvarovány. Slouží jako přijímací antény pro signály vycházející z vyšetřovaných tkání. Většina povrchových cívek je pojmenována podle jimi vyšetřované části těla: cívka hlavová, krční, kolenní, ramenní, prsní apod.



4) Příprava pacienta na vyšetření

Zvláštní příprava k vyšetření není nutná. Doporučujeme v některých případech, například při angiografiích, dvě až čtyři hodiny před vyšetřením nejíst a nepít. Při těchto vyšetřeních podáváme k lepšímu znázornění procesu kontrastní látku, a vzácně se může objevit nevolnost; pokud je pacient nalačno, lépe odezní a nehrozí vdechnutí obsahu žaludku. Být nalačno je vhodné i při MR enterografii i vyšetření žlučových cest (MRCP), nevzniká tak rušivý obraz obsahu žaludku. Zdůrazňuji však, že diabetici si musí zachovat svůj stravovací režim, aby vyšetření snadněji zvládli. Vyšetření MR totiž není jednoduchou záležitostí. Nezřídka se stává, že charakter nemoci vyžaduje více typů zobrazení a celé vyšetření se tak může protáhnout na 45 až 70 minut. Postup a způsob vyšetření se musí volit s ohledem na povahu onemocnění pacienta tak, aby výsledky byly co nejpřesnější. Časy, na které jsou pacienti objednáni, jsou jen přibližné, nikdy totiž není jasné, jaký bude nález a jaký další postup bude nutný. Vzhledem k tomu, že je vyšetření poměrně dlouhé, měl by být pacient i vymočen. Při vyšetření hlavy je důležité nepoužívat kosmetických přípravků či líčení, obsahují totiž často sloučeniny kovů, a ty pak vytvářejí rušivé změny v obraze – tzv. artefakty.

V průběhu vyšetření je nutné, aby byl pacient v klidu, protože při pohybu jsou obrazy neohodnotitelné, proto se například malé děti nebo neklidní dospělí uspí, a to za spolupráce s anesteziologickým oddělením, v tom případě pacient musí nastoupit na vyšetření den předem a být hospitalizován podle stáří na dětském nebo neurologickém oddělení. Při některých vyšetřeních, například angiografiích a MRCP je nutná spolupráce pacienta. Dle pokynů musí pacient zdržovat dech, a to někdy až na dobu 20 – 30 vteřin.

5) Kontraindikace k vyšetření MR

MR nezatěžuje organismus vedlejšími účinky, přesto se vyšetření nedoporučuje u žen v prvních třech měsících těhotenství.



Nelze vyšetřovat nemocné s implantovaným kardiostimulátorem. Jde totiž o absolutní kontraindikaci vyšetření MR; pacient je ohrožen na životě. Rovněž nelze vyšetřovat nemocné, kteří trpí úzkostí ve stísněných prostorech. Obtíže mohou někdy způsobit i kovové materiály v těle (různé střepiny, implantáty, zejména z magnetických kovů; velmi nebezpečné jsou špony v oku), proto musíme mít přesné informace o pacientech, aby nedošlo k ohrožení jejich zdraví. Magnetické kovy v těle se zahřívají, a tím mohou vést k termickému poškození pacienta. Působením

silného magnetu se dokonce mohou uvolnit z místa implantace. Pacienti dostávají před vyšetřením dotazník obsahující tyto důležité údaje:
Dotazník

Doplňující informace k vyšetření magnetickou rezonancí (MR)

Jméno a příjmení:															
Rodné číslo:											Váha:				Kg

Prosím, zakroužkujte správnou odpověď

v případě odpovědi ano bližší specifikujte

Bylo vám v minulosti provedeno MR vyšetření?	ano	ne	
Měl(a) jste při MR vyšetření nějaké komplikace?	ano	ne	
Podstoupil(a) jste nějaký chirurgický zákrok?	ano	ne	
Trpíte onemocněním ledvin?	ano	ne	
Trpíte astmatem?	ano	ne	
Trpíte klaustrofobií (strachem z uzavřeného prostoru)?	ano	ne	
Jste na něco alergický(á)?	ano	ne	
Byla vám během MR vyšetření aplikována kontrastní látka?	ano	ne	
Měl(a) jste někdy alergickou reakci po aplikaci MR kontrastní látky?	ano	ne	
Jste těhotná, nebo máte podezření, že ano?	ano	ne	

Máte-li pacemaker (kardiostimulátor), kovové těleso, či těleso z neznámého kovu v oku, vyšetření Vás může vážně poškodit a proto jej neprovedeme.

Následující okolnosti by mohly vlivem MR vyšetření nebo být pro Vás škodlivé

Kardiostimulátor (pacemaker)	ano	ne
Implantovaný srdeční defibrilátor	ano	ne
Chirurgické svorky nebo hřebíky	ano	ne
Cizí kovové těleso v těle (projektil, střepina, špona)	ano	ne
Kloubní náhrady (kyčel, koleno,...)	ano	ne
Operace páteře s kovovými implantáty a fixacemi	ano	ne
Naslouchátko	ano	ne
Kochleární nebo jiný ušní implantát	ano	ne
Implatované pumpy (inzulínová, léky pro srdce atd.)	ano	ne
Cévní svorky	ano	ne
Stenty (srdeční, jiné cévní), cévní drty	ano	ne
Shunt (spojka) a jaký?	ano	ne
Pátevní korzet	ano	ne
Nitroděložní tělísko nebo pesar	ano	ne
Zubní protézy nebo můstky	ano	ne
Umělé končetiny	ano	ne
Umělé oko	ano	ne
Náhrady srdeční chlopně	ano	ne
Neurostimulátor	ano	ne
Implantát držený na místě magnetem (např. zuby)	ano	ne
Elektronické vodiče a elektrody	ano	ne
Tetování kůže	ano	ne
Jiné implantáty	ano	ne

Potvrzuji, že uvedené informace odpovídají mým znalostem o mém zdravotním stavu. Pročetl(a) jsem celý obsah dotazníku, v případě nejasností jsem měl(a) možnost požádat o vysvětlení.

podpis pacienta:

datum:

podpis indikujícího lékaře+razítko:

Pacient obdrží dotazník již při objednání, a má dost času zjistit případně i materiál, ze kterého je implantát vyroben. Pokud je nebezpečí, že je materiál nekompatibilní s magnetem, není pacient vyšetřen. I pacienti přicházející z lůžkových oddělení jsou povinni mít vyplněný dotazník. Za pacienty neschopné komunikace vyplňuje dotazník indikující lékař.

Vzhledem k častým nejasnostem a nedorozuměním při indikacích k MR vyšetření u pacientů s kovovými implantáty, vydává MR sekce RS ČLS JEP (radiol. Spol. české lékařské spol. Jana Evangelisty Purkyně) metodický návod, kterým upřesňuje postupy u jednotlivých typů implantátů. Např. potenciálně nebezpečné, kdy od vyšetření odstupujeme, jsou stenty, žilní filtry, kov. embolizační materiál méně než 6 týdnů po implantaci, pokud není písemně doložena jejich MR kompatibilitu operátorem, který je implantoval. Také kloubní náhrady a dentální implantáty do 6 týdnů od

implantace, nebo i kloub. Náhrady a osteosyntatický materiál se známkami uvolňování. Naopak bezpečné jsou svorky na žluč. cestách, neaneurymatické chirurgické cévní svorky (hemostatické klipy) 6 a více týdnů po implantaci. Kontraindikace není ani u nitroděložního tělíska. U nesnímatelných zubních ortodontických rovnátek, tetování a piercingu nejsou známy případy závažnějších poškození pacienta, nicméně nelze vyloučit možnost termického poškození (popálení) – ke každému případu je nutno přistupovat individuálně. Všechny snímatelné kovové náhrady (kovové můstky) a elektronická zařízení (naslouchadla) je nutné před vstupem do MR vyšetřovny sejmout. Odpovědnost za informaci o povaze implantátu má vždy indikující lékař.

Často se pacienti i zdravotnický personál mylně domnívají, když se právě nevyšetřuje, že nebezpečí nehrozí. U magnetické rezonance jde o permanentní magnet. Magnet zůstává magnetem se všemi svými vlastnostmi, i když v gantry není pacient. Kontraindikace se týkají i doprovázejících a ošetřujících osob pohybujících se v blízkosti magnetu.

6) Práce na pracovišti v Teplicích

Teplická nemocnice získala MR jako jedna z mála nemocnic již v listopadu 1992. Byl to Magnetom P8 od firmy Siemens. Do října 2002 bylo vyšetřeno v Teplicích na 33.000 pacientů. Nemocnice využívala tuto MR více než 10 let. Počátkem roku 2004 koupila nemocnice od firmy Siemens špičku mezi MR přístroji Magnetickou rezonanci Avanto (foto), díky níž dokážeme zobrazit i břišní orgány a cévy.



Nejvíce pacientů k nám dochází z neurologických ambulancí. Vyšetřujeme pacienty s epilepsií, roztroušenou sklerózou, nádorovým onemocněním např. mozku, míchy, krku, jater, pankreasu, dělohy, dále pacienty s

malformacemi, s aterosklerozou dolních končetin, s cévními příhodami mozkovými, s myelopatií a s postižením kloubů. Nejčastěji vyšetřujeme kolenní klouby, méně často klouby kyčelní a ojediněle zápěstí, loket či kotník.

Výsledků vyšetření MR využívají lékaři jiných oborů, především operatéri, pro které je velmi důležitá znalost velikosti nádoru a jeho vztahu k okolním tkáním a orgánům. Nejdříve však musí být výsledky posouzeny lékaři radiodiagnostických oddělení. Složitějších případů stále přibývá, proto se výsledky většinou nesdělují ihned, a pokud je to nutné, pak jen předběžné výsledky. Nálezy vyžadují přesné zpracování, rozvahu a klid při zhodnocení, pak může být vyšetření kvalitní a přínosné pro nemocného.