

## MR vizsgálatról bővebben

Kedves Betegünk, Kedves Szülők !

Amennyiben az általános Betegtájékoztatót már olvasta, és annál részletesebb leírás is érdekelne, kérjük olvassa el az alábbi sorokat is.

Amint azt már említettük, az MR vagy MRI (Magnetic Resonance Imaging) vizsgálat digitális rétegvizsgáló módszer, ami a test bármely részéről tetszőleges síkban metszeti képeket - kép sorozatokat készít. A digitális MR kép mátrixa általában 128 és 512 közötti képpontot tartalmaz mindkét irányban, attól függően, hogy milyen típusú felvételt készítünk, és mennyire finom térbeli felbontásra van szükségünk. Tipikusan 1 mm x 1 mm-es pixelekből áll a kép, és a fotózásból ismert fogalmat használva 0.25 megapixel a képméret. A szeletek vastagsága 3-5 mm, de akár 1 mm-es ún. izotropikus felvételeket is készíthetünk. De mit is reprezentálnak ezek a képpontok ?

Az MR berendezés háromféle mágneses jelenséget használ arra, hogy jeleket kapjunk az emberi szervezetből, és ezeknek a jeleknek a kibocsátási helyét meghatározva anatómiai térképet tudjunk készíteni metszeti képek formájában.

Az első ezek közül az erős állandó (statikus) mágneses tér, ami a berendezés üzembe helyezése után folyamatosan jelen van egészen addig, amíg a mágneset „legerjesztjük”. Attól függően, hogy ez a mágneses tér mennyire erős, beszélhetünk alacsony és magas térerejű mágnesekről. Az alacsony térerejű berendezések általában 0.3-0.5 Tesla térerővel rendelkeznek, nemritkán „nyitott”, vagy pontosabban fogalmazva részben nyitott elrendezésűek, és praktikus alkalmazhatók a betegségek egy részében, de bizonyos precíziós vizsgálatokra nem alkalmasak. A magas térerejű mágnesek a gyakorlatban 1-3 Tesla térerejűek, ezen belül is a kórházunkban működő mágnes 3 Tesla térerejű. A magas térerő gyorsabb működést, jobb képminőséget garantál, és több olyan speciális alkalmazás van, ami csak ilyen géppel valósítható meg. (Kísérleti körülmények között már 7 Teslás mágnes is alkalmaznak !) A magas térerőt ún. szuperkonduktív tekercssel érhetjük el, amiben elektromos ellenállás nélküli folyamatos elektromos áram folyik. A szupravezető állapot fenntartása folyamatos hűtést igényel abszolút nulla fok körüli, azaz  $-269^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletre. A hűtést folyékony Helium biztosítja.

A második mágneses jelenség a mágneses tér nagyon gyors és nagyon pontos lépcsőzetes megváltoztatása a tér különböző irányokban, ezeket nevezzük mágneses gradienseknek. A gradiensek néha csak pár milisecundumig állnak fenn, és azokat másik, néha pontosan ellentétes gradiens követi, vagy máskor periodikusan változnak. A vizsgálat közben hallható hangos zaj a gradiens tekercsek működése közben keletkezik.

A harmadik mágneses jelenség, amit a vizsgálat során használunk, az a gerjesztésként alkalmazott rádióhullám. A radiofrekvenciás elektromágneses hullámok voltaképpen periodikusan változó mágneses teret jelentenek. Ezek energiája messze alatta van az

Dokumentum kód:	BT-MR-2	Oldalszám:	1/1
Változat szám	1		
Allomány név:	C:\Tanúsítás\Tájékoztatók\BT-MR-2	Érvénybe lép:	2019.06.17.

ionizáló, tehát élő szervezetre káros röntgen vagy gamma sugarakétól, ezért mondhatjuk, hogy az MR vizsgálat biztonságos, gyermekek vagy akár magzatok vizsgálatára is alkalmas.

Az MR vizsgálat során kapott jel gyakorlatilag teljes egészében a testben nagy mennyiségben jelen lévő hidrogén atommagokból, azaz protonokból származik. A protonok mágneses térben bűgöcsiga-szerű imbolygó mozgást végeznek, azaz precesszálnak, ennek frekvenciája a mágneses térerő függvénye. Ha ugyanilyen frekvenciájú rádióhullámmal gerjesztést végzünk, akkor a protonok összerendezetten, szinkronban fognak precesszálni, ez a mágneses rezonancia jelensége. Amikor a gerjesztést megszüntetjük, akkor a rendezettség is fokozatosan megszűnik, és eközben azonos frekvenciájú rádióhullám visszasugárzását detektálhatjuk, ez az általunk feldolgozott jel. Azok a tekercsek, amit a vizsgálat közben a test köré helyezünk, voltaképpen rádióhullámokat érzékelő antennák. A jel időbeli változása, gyorsabb vagy lassabb elhalása különböző az egyes kóros vagy ép szövetekben, így tudjuk őket elkülöníteni. Egyik legbonyolultabb folyamat a jelek forrásának térbeli lokalizálása, itt van fontos szerepe a tér három dimenziójában létrehozott mágneses gradienseknek, melyek mintegy kódolják számunkra a jelet, hogy azt végül matematikai módszerekkel (ú.n. Fourier transzformáció) szétválogatva el tudjunk helyezni az egyes szeletek megfelelő pontjaiban.

Attól függően, hogy milyen erős rádióhullámokat és gradienseket hányszor alkalmazunk és hogyan rendezünk sorba, egészen eltérő karakterű képeket nyerhetünk, melyek a szövetek eltérő tulajdonságait hangsúlyozzák ki. Ilyenek pl. a zsírtartalom, víztartalom, fehérje tartalom, fém lerakódás, vérkeringés, halmazállapot, sőt bizonyos esetekben még a hőmérséklet is. Az MR vizsgálat egyik legfőbb erénye, hogy egy ülésben számos teljesen eltérő információtartalmú képsorozatot készít el, ezt nevezhetjük multiparametrikus képalkotásnak. Olyan, mintha nem is egy vizsgálat történe meg, mint pl. a CT esetén, hanem egyszerre 4-5 vizsgálatot is elvégeznénk. Ha mindez nem volna elég, azt is megemlíthetjük, hogy az MR nem csupán morfológiai információt nyújtó képalkotó módszer, hanem a szervezet számos működését is vizsgálhatjuk vele, mint pl a szívizomzat teljesítménye, a vese kiválasztása, a vérkeringés kóros iránya vagy sebessége, a belek mozgása. Napjainkban sok szó esik a molekuláris képalkotásról, aminek ugyancsak az MR az egyik fontos módszere. Ábrázolni tudjuk a hidrogén atomok diffúziójának kóros eltéréseit, és az ú.n. MR spektroszkópia lehetővé teszi egy adott szövetben az ott jelenlévő egyes szerves anyagok kóros felszaporodásának vagy hiányának detektálását. És mindezt bionegatív hatás nélkül !

Amint azt az általános tájékoztatóban is említjük, az MR vizsgálatok egy részében intravénás kontrasztanyag adása is szükséges. Az MR kontrasztanyag paramágneses tulajdonságú ritkaföldfém, Gadoliniumot tartalmaz, ami az ú.n. T1 relaxációs időt csökkentve megváltoztatja a szövetek mágneses sajátságait ott, ahol felhalmozódik. Maga a tiszta Gadolinium toxikus, a kontrasztanyag kelát formájában tartalmazza, ami biztonságos szervezetünk számára. A keringésből a szövetek közé jutó kontrasztanyag a vesében kiválasztódva fokozatosan kiürül a szervezetből. A vesét nem károsítja (eltérően a jódos röntgen kontrasztanyagoktól), de erősen beszűkült veseműködés esetén fennáll az esélye, hogy kis mennyiségben lerakódhat a szövetek között, aminek

Dokumentum kód:	BT-MR-2	Oldalszám:	1/1
Változat szám	1		
Allomány név:	C:\Tanúsítás\Tájékoztatók\BT-MR-2	Érvénybe lép:	2019.06.17.

késői szövődményei lehetnek. A jelenleg forgalomban lévő makrociklikus kontrasztanyagokkal a korábbiakban leírt NSF betegség (nephrogen systemas fibrosis) veszélye nem jelentős, az utóbbi években viszont kimutatták, hogy az agyalapi magvakban minimális mennyiségű Gadolinium felhalmozódhat. Jelenleg ennek káros következményéről nincs bizonyíték, ennek ellenére a beadás előtt fontos látnunk, hogy a vesefunkciós labor értékek (serum kreatinin, eGFR) rendben vannak-e.

Bár az MR-nek nincs bionegatív hatása, azért a vizsgálat nem teljesen veszélytelen. Kismértékű felmelegedés a szövetekben létrejön az energia közlés következtében, de a gép ennek veszélyére figyelmeztet, mielőtt túllépnénk a biztonságosnak tartható 0.5-1°C mértéket. A mágneses tér változás elektromos áramot indukálhat, ez spontán idegi vagy izom aktiválódást, kisebb rángásokat okozhat. A legkellemetlenebb mellékhatás, amire számítani lehet, az az elektromos indukció által okozott égési sérülés kialakulása. Ez csak akkor következhet be, ha áramkört képezünk, pl. úgy, hogy a beteg összekulcsolja a kezeit, vagy teste mellé helyezett ujjai hozzáérnek a comb bőréhez. Az érintkezés helyén, amennyiben az nem kellően nedves, magas az elektromos ellenállás, így hőmérséklet emelkedés jön létre. Fontos elkerülni az ilyen helyzeteket, kérjük tartsa be az ez irányú instrukciókat.

Természetesen veszélyforrást jelentenek a testbe ültetett fémek is. A passzív fém implantátumok (pl.ízületi protézis, csont szegezés, szegycsont drótvarrat...) általában nem kockázatosak, de a fent említett mellékhatások fokozottan keletkezhetnek, ezért minden esetben pontosan kell róluk tudnunk, lehetőleg a konkrét típus ismeretével. A kisebb elmozdulásra hajlamos fémek, mint pl. műbillentyűk, fémvarratok, ér klippek ...stb. egyedi mérlegelést igényelnek, bizonyos típusok nem vizsgálhatók magas térerejű MR-ben, ezért itt a pontos típus ismerete elengedhetetlen. Az aktív implantátumok: pacemaker, ICD, cochlearis implantátum 3 Tesla térerő mellett nem vizsgálhatók, részben a lehetséges egészségkárosodás, részben a készülék meghibásodásának veszélye miatt. Alacsonyabb térerőn ugyanakkor, amennyiben orvosilag indokolt, legtöbb esetben elvégezhető a vizsgálat megfelelő óvintézkedések mellett. Ha ennek igénye felmerül, kezelőorvosa tájékozódjon róla, hogy mely intézményben és milyen feltételek mellett jön szóba a vizsgálat.

Reméljük összefoglalónkat hasznosnak találta, amennyiben ennél is részletesebb fizikai magyarázatokra is nyitott volna, figyelmébe ajánlanánk az alábbi angol nyelvű honlapot:

<https://www.mriquestions.com/index.html>

Dokumentum kód:	BT-MR-2	Oldalszám:	1/1
Változat szám	1		
Állomány név:	C:\Tanúsítás\Tájékoztatók\BT-MR-2	Érvénybe lép:	2019.06.17.