

# A mágneses rezonanciás vizsgálatok lehetőségei a musculoskeletalis diagnosztikában

Mester Ádám

## MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN MUSCULOSKELETAL DIAGNOSTICS

A közlemény célja, hogy gyakorlati útmutatást adjon a musculoskeletalis vizsgálatot kérő klinikusoknak. Az axiális és perifériás ízületeket testjanként tárgyalva feltárja azokat a döntésszolgáltató információkat, amelyeket az adott eljárásoktól várhatunk. A napi ellátás és a gyakori eltérések bemutatása kapcsán a szerző nyomatékosan felhívja a figyelmet arra, hogy minél célzottabb a klinikai kérdésfeltevés, annál pontosabb a radiológus válasza. A vizsgálatot tervező radiológusnak számos lehetőség közül kell választania, és ebben csak a beutaló orvostól kapott információra támaszkodhat.

Nem kevésbé fontos feladata a klinikusnak a beteg előzetes felkészítése, tájékoztatása, beleértve a kizáró tényezők ismeretét és a kontrasztanyag beadásának fontosságát.

A technikai radiológiai kérdésekről csak olyan kismértékben esik szó, amennyi a klinikai mondanivaló megértéséhez szükséges.

The aim of the author is present a practical MRI guideline for partners clinicians working in general or specialist patient care related to musculoskeletal diseases. The evidence based diagnostic decision-making process requires specific and realistic expectations related to MRI in daily practice. The focus message of the article is that the more exact and specific clinical question arrives, the more accurate and precise answer of the radiologist is achieved. The importance of detailed clinical information based optimal planning is emphasized versus "general" studies based on poor clinical information.

It is not less important for the referring physician to prepare and inform the patient prior to the MRI study, with the exclusion criteria and contrast agent application all explained.

Very few technical details are presented, only as little as possible to understand the clinically relevant properties of the imaging process.

**mozgásszervek, ízületek,  
képalkotó eljárások,  
mágneses rezonanciás képalkotás,  
kontrasztanyagok**

**musculoskeletal system, joints,  
imaging methods,  
magnetic resonance imaging,  
contrast materials**

dr. Mester Ádám: Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar,  
Radiológiai és Onkoterápiás Klinika/Semmelweis University, Faculty of Medicine,  
Department of Radiology and Oncotherapy; Budapest  
Országos Reumatológiai és Fizioterápiás Intézet, Mozgásszervi Diagnosztikai Központ/  
National Institute of Rheumatology and Physiotherapy, Musculoskeletal Diagnostic Centre; Budapest  
Levelezési cím/correspondence: Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar,  
Radiológiai és Onkoterápiás Klinika; H-1082 Budapest, Üllői út 78/A. E-mail: mester@radi.sote.hu

Érkezett: 2004. augusztus 3.

Elfogadva: 2004. szeptember 14.

**A** mozgásszervi diagnosztika körében végzett mágneses rezonanciás vizsgálatok gyakoriságukat tekintve a második helyen állnak a neuroradiológiai indikáció után. Ez nem meglepő, hiszen minden ötödik beteg mozgásszervi panaszok miatt fordul orvoshoz. Hangsúlyozni kell azonban, hogy a mágnesesrezonancia-vizsgálat (MR-vizsgálat, MRI)

ennek ellenére sem az első választandó képalkotó eljárás. Csont-ízületi betegségek esetén legtöbbször a hagyományos röntgenfelvétel az első, a második pedig az ultrahang; az esetek legnagyobb részében ezzel a két eljárással kellően megalapozható a diagnosztika, illetve meghatározható azok köre, akiknél csak MR-vizsgálattal dönthető el egy adott konkrét kérdés.

Az MR-sorozat létrehozásában nyújtott segítségéért szerkesztőségünk köszönetet mond dr. Palkó Andrásnak (Szegedi Tudományegyetem, Radiológiai Klinika).

Számos alkalommal már az ultrahangvizsgálattal pontos képet kapunk, sőt, az ízületek mozgatása során látottak fontos kiegészítő információk. Ha az ultrahanglelet pozitív, rendszerint nincs szükség MR-vizsgálatra, de ha morfológiailag bizonytalanul megítélhető képet mutat, akkor indokolt az MR. El kell végezni akkor is, ha röntgen-, illetve ultrahangvizsgálattal nem találunk eltérést, noha az a klinikai tünetek alapján várható lenne.

A kérdéstől függően különböző MR-szekvenciákat használunk. Más módon vizsgáljuk az izmokat, inakat és szalagokat és másképpen az ízületi porcot, a labrumsérülést, megint más módon az intraossealis eltéréseket; a daganatgyanús betegek vizsgálata is eltérő, ezen belül is másképpen zajlik az ismert daganatok stádiummeghatározása. Az MR-szekvenciák sokrétősége miatt fontos, hogy a klinikus célzottan kérdezzen, és tájékoztasson a kórrajz, a laboratóriumi vizsgálatok releváns eredményeiről, mert ezek ismeretében az MR-vizsgálatok hatékonyabbak, és súlyos tévedéseket kerülhetünk el.

A jelen tanulmányban az általános napi gyakorlat klinikai kívánalmait tartottam szem előtt. Nem foglalkozom részletesen a tumordiagnosztikával, mert az önmagában igen nagy és speciális téma. Nem ismertetem az aktuális tudományos kutatások itthon ma még nem elérhető eredményeit sem, mint például a virtuális háromdimenziós artrográfia vagy a porcsztruktúra ábrázolásának olyan új távlatait, mint a „diffusion tensor imaging” vagy a „T2\*-relaxation mapping”. Nem foglalkozom a legújabb, igen gyors berendezésekkel nyerhető dinamikus kontraszthalmozási görbékkel, valamint az MR-spektroszkópia most születő teljesítményalkalmazásainak izgalmas új lehetőségeivel sem.

A közlemény leghangsúlyosabb mondanivalója az, hogy minél célzottabb a kérdésfeltevés, annál célzottabb lehet a vizsgálat és az annak alapján megfogalmazott válasz.

## Gerinc

A gerinc részben mozgásszervi, részben neuroradiológiai szempontok szerint tárgyalandó téma. E fejezet tárgykörébe a dura mater határán kívül eső, csontos és ízületi eltérések tartoznak, ezekkel reumatológusok és ortopéd sebészek foglalkoznak. A gerinc valójában egységes szerv; noha didaktikailag nyaki, háti és lumbalis szakaszról beszélünk, a metabolikus, degeneratív vagy daganatos betegségek ezeket a felosztásokat nem respektálják. Nem ritka, hogy a klinikai tünetek alapján vizsgált adott gerincszakasz csak enyhe vagy közepes eltéréseket mutat, és egy másik szakaszon találjuk meg a tünetek igazi okát. Példa erre több olyan, paraplegia miatt lumbalis gerincvizsgálatra küldött beteg, akinél a háti szakaszon volt a daganat. Pontos, utólagos neurológiai vizsgálattal derült ki, hogy az érzészavar szintje a lumbalis gerincszakasz fölött volt. Ezekben az esetekben a lumbalis gerinc részletes vizsgálata eleve fölösleges volt, idővesztéséget és költségnövekedést okozott.

A leggyakoribb klinikai tünet a gerinc valamelyik szakaszának fájdalma, amely időszakos vagy állandó radicularis tünetekkel is járhat (1). Az MR kétségtelen előnye a CT-vel szemben, hogy nincs sugárterhelés, továbbá, hogy hosszabb szakaszt lehet egyszerre látótérbe hozni. A legfontosabb azonban az az információ, amit valóban csak az MR nyújt: a spinalis stenosis okoz-e kimutatható myelonlaesiót. A klinikai tünetek ismeretében a kérdéses gerincszakaszt a legjobb leképezést nyújtó centrális zónába lehet helyezni. Az MR-vizsgálattal nem azt kell meghatározni, hogy hol az eltérés, hanem az adott magasságban, klinikai vizsgálatok alapján feltételezett eltérést kell karakterizálni. Noha a rutinkérdés a discusherniára irányul, a canalis spinalis stenosis tüneteit más is okozhatja: kisízületi hypertrophiás osteoarthropathia, ideghüvelyi daganat vagy osteoporoticus, esetleg metasztatikus csigolyakompresszió vagy spondylodiscitis, továbbá a hátsó hosszanti szalag meszesedése is, diffúz idiopathiás skeletalis hyperostosis esetében.

Az MR-vizsgálat során *T1-súlyozott („zsírérzékeny”)* szekvenciával a cerebrospinalis folyadék jelmentes, a csontok mésztartalmú corticalis és trabecularis elemei sem adnak jelet (2). A csigolyatestekben a sárga csontvelő igen erős jelet ad („világos”), a vörös csontvelő ennel gyengébbet, az esetleges csontvelőoedema jeladása pedig igen gyenge („sötét”). Hasonlóan sötétek a térfoglaló folyamatok: metasztázis, lymphoma, myeloma, amyloid depozitumok. A leggyakoribb eltérés ezektől eltérő megjelenésű: magas jeladású körülírt képlet, a haemangioma. A *T2-súlyozott („vízérzékeny”)* szekvenciával megfordul a helyzet: a cerebrospinalis folyadék erős jelet ad („világos”), a csontvelő pedig csökkent jeladású. A meszes struktúrák nem adnak jelet. Magas jeladásúak az ép porckorongok, mert a nucleus pulposus vízben gazdag.

Korai degeneratív jel a porckorongok dehidrációja, ez klinikailag tünetmentes lehet. A folyamat előrehaladásával a porckorong ellapul és körkörös kiboltosulás (protrusio) mutatkozik. Később ismét ábrázolódhat a világos, kocsonyás nucleus pulposus, de excentrikus megjelenéssel. Ezt a vízben gazdag granulációs szövet és oedema hozzáadódása okozza, amit a „HIZ” (high intensity zones) terminológia takar. A hozzá tartozó klinikai tünetegyüttest a fájdalmas anularis beszakadások okozzák. A belső anularis rostok szakadásait követően az excentrikus kocsonyás anyag előbb-utóbb körülírtan erősebb ívű előboltosulást okoz (prolapsus), de ebben az esetben a külső anularis rostok kontinuitása még megtartott. A szorosabb értelemben vett sérvet (extrusio) az anularis rostok átszakadása okozza (subligamentalis sérv). A longitudinális ligamentum átszakadása (ruptura) után az epiduralis térbe jut a kocsonyás discus anyag (1. ábra). Ennek leszakadása (sequestrum) és elvándorlása során a klinikai tünetek változnak. A fenti eltérések okozhatják akár az adott szegmenumban kilépő gyök irritációját, akár a még lefelé haladó rostok kompresszióját, és a caudalisabb szegmenumban kilépő gyökkel kapcsolatos klinikai tüneteket is.

A posztoperatív vizsgálatnál paramagnetikus T1-kontrasztanyag (gadolinium) adására feltétlenül szükség van, mert a hegyszövet hosszú hónapokig, sőt, egy-két évig is halmozást mutat, ezzel szemben a recidiváló discushernia nem halmoz kontrasztanyagot. Csekély széli halmozást esetleg láthatunk, ez azonban minden frissen kialakult porckorongsérv esetében ábrázolódhat. Ez az a reaktív gyulladási széli zóna, amelynek erélyes gyógyszeres csökkentésével az akut discushernia miatt kezelt betegeknél általában elérhető a tünetek javulása.

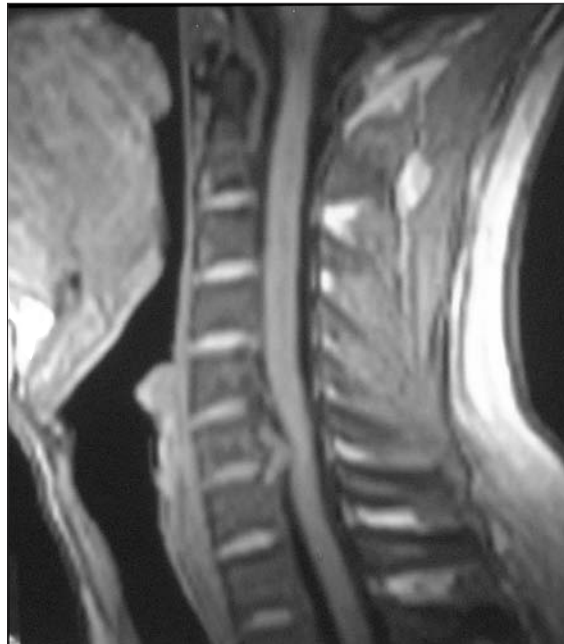
A kontrasztanyag adására a nem operált gerinc vizsgálata során is szükség van. A csigolyatesteken belüli és a porckoronggal kapcsolatos különböző etiológiájú eltéréseket más módon nem lehet egymástól elkülöníteni. Így lehet a korai beszakadásokat is kimutatni. Ajánlatos továbbá intravénás kontrasztanyag adása az esetleges ideghüvelyi daganatok kizárása céljából is (ezek ugyanis erős halmozással árulkodnak magukról). A kisízületi synovitis kimutatása céljából is lehet adni kontrasztanyagot. A kisízületi synovitis folyadékfelgyűléssel járó komponense T2-szekvenciával erős jeladású (világos), mint a folyadékok általában. Az inflamált arthrosis esetében a ligamentum flavum általában erősen megvastagodik, és ez nemritkán nagyobb mértékű canalis spinalis stenosiszt okoz, mint a porckorong olykor enyhébb hátraboltosulása.

A kisízületi arthrosis hosszabb távon a porc elvékonyodása miatt eleve hajlamosít a kisízületi subluxatio kialakulására, ez okozza a röntgenfelvételeken is ismert szegmentális instabilitási tüneteket (anterolisthesis, retrolisthesis és laterolisthesis, összefoglalóan pseudospondylolisthesis). Ennek korai MR-jele a porckorong szomszédságában kialakuló vékony sávok reakciója, a Modic-jel. Modic I. esetében csontvelőoedema látható, ami folyadék lévén, T2-jelfokozódást okoz. Modic II. esetében ehhez zsíros degeneráció társul, ez T1-jelfokozódásként ábrázolódik. A Modic III. a zárólemezközeli sclerosist mutatja, T1- és T2-súlyozott szekvenciával egyaránt sötét marad, és röntgenképen erősen sugárelnyelő strukturális meszesedés formájában ismert. Differenciáldiagnosztikailag fontos, hogy a korai Modic-jel éles kontúrú. Ezzel szemben fertőzés esetében a hasonló jelmenetváltozás kontúrelmosódottsággal társul, továbbá erős kontraszthalmozással is jár. Előfordul még a kisízületek degeneratív megbetegedései kapcsán synovialis cysta képződése is. Ezek általában egyszerűen elkülöníthetők az esetleges tumoros lágyrész-folyamatoktól vékony faluk, folyadéktartalmuk és a kontrasztanyag-halmozás hiánya alapján (3).

Míg a degeneratív gerincbetegségek esetében az MR ma már túlzottan gyakran kerül alkalmazásra – sajnos egyes esetekben alapos betegevizsgálat helyett is, konkrét kérdés nélkül, „rutin-MRI” formájában –, addig a gyulladási gerincbetegségek esetében inkább a késedelem jellemző. Tipikus példája ennek a rheumatoid arthritis kapcsán kialakuló atlantoaxialis érintettség. Ilyenkor ugyanis általában nincsenek parancsoló klinikai fájdalomtünetek, de észrevétlenül súlyos instabilitás alakulhat ki. A funkcionális nyaki röntgen ezt már

## 1. ÁBRA

*Nyaki discushernia. A CV-VI. szegmentumban rupturált sérv látható. A discus cranial felé nyomult, komprimálta az elülső liquorteret, és enyhe benyomást okoz a myelon kontúrján*



túl későn mutatja. A korai tünet, az itt zajló aktív synovitis csak MR-vizsgálattal található meg. Ilyenkor a synovitis kapcsán megjelenő folyadék megtalálása kevés. Kontrasztanyag beadása után a pannusképződés pontosan feltérképezhető, és felmérhető az odontoid nyúlványt rögzítő szalagok destruktív állapotának mértéke. Idejében végzett vizsgálattal és követéssel megelőzhető a „váratlanul” megjelenő paraplegiák, tetraplegiák és életveszélyes bulbaris tünetek.

A szeronegatív csoportban a leggyakoribb betegség a Bechterew-kórként közismert spondylitis ankylopoetica. Ennél a discitis korai stádiumában a zárólemezek kontúrja még nem szabálytalan, a betegség a csigolyasarkokon kezdődik. A röntgenképen ismert meszesedés, a spondylitis anterior korai szakaszában még csak csontvelőoedema okozta T2-jelfokozódás és kontrasztanyag-halmozás („világos sarok”) látható. Ez a későbbi „bambuszgerinc” kialakulásához vezető syndesmophytaképződés kezdete. A zárólemezekon megjelenő eróziós folyamatokat (Andersson A laesio) már erre utaló jelek, a kontrasztanyagot halmozó eltérések előzik meg. (Ezt morfológiailag utánozhatja a dializált betegekben kialakuló destruktív spondylarthropathia.) A costovertebralis ízületek szeronegatív eróziós gyulladási folyamata az Andersson B laesio.

A fertőzőes eredetű gyulladási eltérések jellegzetesen későn kerülnek vizsgálatra, általában akkor, amikor már a fokozódó fájdalom dominál, és dekompenzálódik a csigolya, illetve a porckorong teherbíró képessége, de a röntgenkép sokszor még nem mutat eltérést. Gennykeltők okozta folyamatok és tébécé esetén a porckorong

## 2. ÁBRA

*Spondylodiscitis. A porckorong kóros mértékű T2-jelfokozódása látható; jobb oldalon a paravertebrális lágy részekben követhető, süllyedékes hidegtályog. A porckorong szomszédságában a csigolyatestekben osteomyelitis látható erős T2-jelfokozódással*



és a szomszédos csigolyatestek egyaránt eltéréseket mutatnak. A zárólemezek mentén kiterjedt T2-jelfokozódás formájában csontvelőoedema ábrázolódik. Ez egyrészt sokkal szélesebb, mint a degeneratív instabilitási esetekben (Modic-jel), másrészt együtt jár a porckoronggyulladásra utaló T2-jelfokozódással. A diagnózist a kontrasztanyag beadása után megjelenő erős halmozás jelzi, amely a porckorongban és a szomszédos csigolyatestekben is ábrázolódik. Spondylodiscitis folyamán a gyulladás a szomszédos lágy részekre terjedhet, ez típusos a tuberkulotikus hidegtályog esetében, de gennykeltők is okozhatnak ilyen reakciót (2. ábra).

A folyamat progressziójával a csigolyatest előbb-utóbb elveszti teherbírását és deformálódik, ez pedig gyakran vezet gibbus képződéséhez, illetve ezzel kapcsolatos spinalis stenosis-hoz. Az egy szegmentumban észlelt morfológiai kép nem alkalmas az etiológia eldöntésére, a multisegmentális folyamat azonban tuberkulotikus eredetre utal. Az egyéb kompressziós csigolyadeformitások azért nem jelentenek differenciáldiagnosztikai problémát (osteoporosis és metasztázis), mert ilyenkor a porckorongok ép jeladásúak és nem halmoznak kontrasztanyagot (4).

A fent leírt eltérések morfológiai képéhez a jelek klasszikus *spinechó* útján nyerhetők. Egyes konkrét kérdésekben azonban differenciáldiagnosztikai okokból kiegészítő szekvenciákra lehet szükség. Ilyenek lehetnek például a *gradienschó-szekvenciák*. Alkalmazásuk esetén erősen megváltoztatjuk a gerjesztés szokványos

paramétereit. Ilyenkor kevésbé „szép”, erősen műtermékes („zajos”) képekkel ugyan, de bizonyos szempontokra szűkített speciális információt nyerhetünk. Erre leggyakrabban akkor van szükség, amikor a csigolyatestek magasságsökkenése poroticus kompresszió és metasztázis következménye is lehet, és e kettő között különbséget kell tenni. Ilyenkor azokat a patológiai jelenségeket ábrázoljuk, amelyek a csigolyatest zsírtartalmára és víztartalmára vonatkoznak. Ezek kimutatására két lehetőség van. Az egyik a szokványos MR-berendezésekkel elérhető *zsírszeperációs technika* („*FatSep*”), amikor is T1-súlyozott szekvenciával, pontosan kiszámolt időközökben vett jelmintákban, a fázisban éppen együtt rezonáló, illetve egy másik adott pillanatban éppen ellentétes fázisban leadott jelekből hozunk létre képeket. Ezeket a képeket egymásból elektronikus úton kivonva a köztük lévő különbség lesz az, amit láthatóvá teszünk (Dixon-technika). Ezen az egymásból kivont képeken a metasztázis, amely teljesen elfoglalta a zsír helyét, világos foltként ábrázolódik. Ezzel szemben a poroticus kompresszió miatt ellapult csigolya sötét marad, mert a csontvelő nem pusztult el. A másik eljárás a korszerűbb, különleges szoftvercsomaggal ellátott MR-készülékekkel végezhető, ez a „*diffúzióra súlyozott*” (*diffusion weighted, DW*) *szekvencia*. Ennek segítségével ábrázolható, amikor a csigolyákban a metasztázis következtében megjelenő citotoxikus oedema miatt megszűnt a diffúzió (éppúgy, mint az agyban, a stroke kapcsán kialakult, korai hypoxiás eredetű citotoxikus oedemában). Ezzel szemben a sejtek közötti „szabad vízben” megmarad a normális molekuláris diffúziós mozgás, ami DW-szekvenciával nem ad jelet. A poroticus csigolyakompressziók esetében ez utóbbi áll fenn, ekkor más, egyszerűbb folyadékérzékeny szekvenciával jellegzetes homogén, vaskos sávós megjelenést látunk („*vízjel*”) (5).

## Sacrum, sacroiliacalis ízület

A sacrum az axiális skeleton záróeleme. Ezzel kapcsolatban a leggyakoribb MR-diagnosztikai kérdések a sacroileitis (szeronegatív spondylarthritisek), valamint a csontos sacrum eltérései körébe tartoznak (1).

Sacroileitis esetén az első szokványos vizsgálat a szcintigráfia. MR akkor indokolt, ha az izotópvizsgálat nem egyértelmű, vagy ha ellentmondás van a klinikai kép és az izotópos lelet között. Ez a vizsgálat sem oldható meg másképpen, mint kontrasztanyag adásával. Maga a synovitis okozhat ugyan több-kevesebb folyadékot az ízületi résben, de a diagnózist biztonsággal csak a kontrasztanyag-halmozás vagy annak hiánya alapján dönthetjük el. Az általában csekély synovialis folyadék szokványos T2-jelfokozódása gyakran nem elegendő a meggyőző ábrázoláshoz, ezért a csontvelői zsírokból származó gyengébb-erősebb jeladást is teljesen ki kell iktatni. Erre valók a *zsírnyomási technikák*.

Az egyik eljárás (FatSep) fentebb már szóba került. Egyszerűbb ennél a *zsírkioltás* (*STIR: short tau inversion recovery*), amit a gerjesztést megelőzően alkalma-

zott ellenimpulzussal érünk el. Hátránya, hogy nemcsak a zsírokból származó jeleket oltja ki, hanem a kontrasztanyagból érkezőket is. A harmadik módszer, a frekvenciaszelektív impulzussal elérhető *zsírtelítés* (*FatSat: fat saturation*). Ennek előnye, hogy a kontrasztanyagra nem hat, csupán a zsírok jeladását szünteti meg. Az utóbbi eljárást azonban csak a magas térerejű mágnesben lehet elérni, ahol a zsírok és a víz rezonanciafrekvenciája kellően távol kerül egymástól, hogy szelektív módon csak a zsírok rezonanciafrekvenciáján lehessen kiegészítő rádióhullámokat kibocsátani. Bármelyik fenti eljárást alkalmazva is szükséges, hogy legyen zsírelnyomott natív kép, továbbá natív és kontrasztanyag beadása után készített képsorozat (6).

## Temporomandibularis ízület

A temporomandibularis ízület vizsgálatához a struktúrák kicsinysége miatt speciális, nagy felbontású rádiófrekvenciás antennákra van szükség. Az itt található meniscus bonyolult mozgásai miatt legalább kétféle helyzetben, vagyis nyitott és csukott szájjal is el kell végezni a vizsgálatot. Korszerű készülékekkel mozgás közben is lehet vizsgálatot készíteni, ez a „nyitott” be rendezésekben könnyebben oldható meg. (A kinematikus vizsgálatokkal más ízületekről is fontos többletinformációt kapunk.) A meniscus leggyakoribb kóros helyzete a teljes vagy részleges anteromedialis dislocatio. A mozgási zavar súlyosabb esetben együtt jár a meniscus strukturális eltéréseivel, és ezek mértéke alapján lehet a képet kategóriákba sorolni.

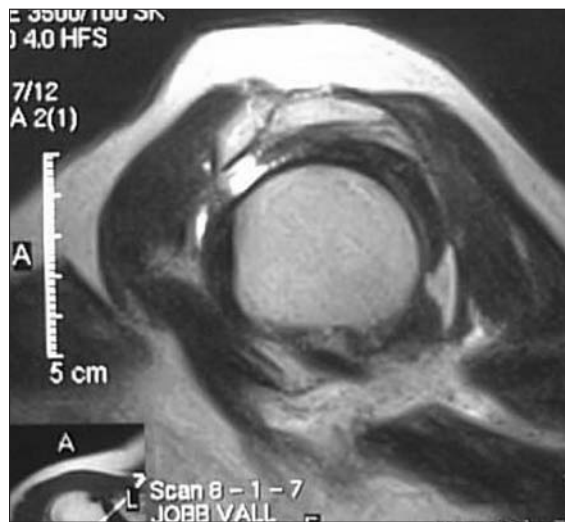
A porcok és csontok egyéb degeneratív eltérései további, speciális szekvenciákkal deríthetők fel, ugyanúgy, mint a nagyobb ízületek esetében. Traumás eltérések és főleg gyulladásos folyamatok, például rheumatoid arthritis esetében is indokolt a temporomandibularis ízület MR-vizsgálata (7).

## Sternoclavicularis ízület

A sternoclavicularis ízület eltérései gyakran vetnek fel diagnosztikus problémát, míg a sternocostalis ízületekéi ritkán (az utóbbiak főleg metasztatikus folyamatok). A sternoclavicularis ízület degeneratív eltérései korán okoznak látható és tapintható kimozdulást. Ilyenkor az itt igen ritka daganatoktól kell elkülöníteni a képet, ami az osteophyták ábrázolása mellett az ízületi inkongruencia, a subchondralis csontreakciók alapján nem nehéz feladat. Speciális gyulladásos manifestáció ebben az ízületben az arthritis psoriatica, diagnózisát az erozív laesiók jelenléte segíti. A sternum röntgenábrázolásának csekély lehetőségei miatt osteomyelitis, insufficientiafractura (fáradásos törés), myeloproliferatív kórképek, metasztatizisok és daganatok gyanúja esetében MRI (zsírelnyomással és kontrasztanyaggal is), valamint CT egyaránt szükséges. A CT azokat a corticalis és periostealis csonteltéréseket ábrázolja, amelyek a kalciumtartalom miatt nem adnak MR-jelet.

### 3. ÁBRA

*A musculus supraspinatus ínának teljes vastagságú szakadása a lateralis szeletben, a típusos elülső-felső kvadránsban*



## Váll

A vállízület esetében az ultrahang igen megbízható diagnosztikai eszköz (8, 9). Nagy előnye, hogy a kinematikus vizsgálat itt magától értetődő. A rotátorköpeny teljes vastagságra terjedő szakadását (gyakrabban a supraspinatus, másodsorban a subscapularis) az ultrahangvizsgálat biztonsággal ábrázolja. A részleges szakadások azonban nem mindig láthatók, és ilyenkor a pozitív klinikai tünetekkel ellentmondó lelet alapján indokolt az MR-vizsgálat (3. ábra).

A subacromialis-subdeltoid bursában és a bicepsín mentén könnyebben, a subscapularis bursában nehezebben, de ultrahanggal is meg lehet találni a folyadékot. MR-rel ez az erős T2-jelfokozódás miatt könnyen ábrázolható. Jelenléte ráirányíthatja a figyelmet a rotátorszakadás lehetőségére, illetve impingementszindrómára utalhat. Ez szokványosan a supraspinatus ín-izom állományt érinti az acromion (acromioclavicularis ízület) alatt beszűkült tér miatt, de ritkábban a processus coracoideus is okozhat krónikus mikrotraumatizációt a subscapularis ínban. A tendinopathia a részletgazdagabb T1-szekvenciával ábrázolódik jelinhomogenitások formájában.

A bursitis önálló gyulladásos folyamat (rheumatoid arthritis) része is lehet. Ilyenkor is ismerni kell a klinikai adatokat, hiszen gyulladásos kórképekben a natív vizsgálatot követően a kontrasztanyag-halmozást is vizsgálni kell (T1-szekvenciával). Elülső instabilitási tünetek esetén ultrahanggal – olykor csak MR-rel – általában látható a Hill-Sachs-laesio (traumás kompressziós kontúrbeszakadás a humerusfej posterolaterális kontúrján), amely vállízületi luxatio után alakulhat ki. Gyakran jár együtt Bankart-laesióval (a labrum elülső, avulsió s sérülése csontos laesióval vagy a nélkül). Labrumsérülés

konkrét kérdésében intravénás kontrasztanyagot kell adni a vizsgálat előtt 20 perccel, majd a beteg folyamatosan mozgatja vállát, és ezzel a vérkeringésben lévő gadolínium kontrasztanyag bejut a synovialis membránba és az ízületi üregbe. Az eljárást *indirekt artrográfia* nevezik. Ekkor nem kerül sor a teljes izomtérfigat vizsgálatára, hanem csak a szorosan vett glenohumeralis ízületet vizsgáljuk jobb részletgazdagságot eredményező kis látómezőben, vékony szeletekkel. Az ilyen eljárással sem tisztázható esetekben *direkt artrográfia* szükséges (közvetlenül az ízületi üregbe punkcióval bejuttatott, erősen hígított gadolínium).

Ritkán fordul elő az alsó glenohumeralis szalaggal kapcsolatos elülső labrumsérülés (ALPSA), az alsó labrumsérülés (GLAD), valamint a glenohumeralis szalag leszakadása a humerusról (HAGL). A hátsó instabilitási tünetek ritkábban jelentkeznek, mint az elülsők. Ilyenkor reverz Bankart-laesiót (a humerusfej anteromedialis impressziós törése) és ezzel kapcsolatosan hátsó labrumsérülést kell keresni. A hátsó labrumsérüléshez extraarticularis meszesedés társulhat (Bennet-laesio).

Diagnosztikai csapdát rejt némely fejlődési variáció. Leggyakrabban a labrum elülső-felső kvadránsának hiánya téveszthető össze sérüléssel.

## Könyök

A könyök MR-vizsgálatára ritkán kerül sor (10), ugyanis kevesebb nyitott kérdés marad a röntgen- és ultrahangvizsgálatok után. A kollaterális szalagok, a lateralis epicondylitis (teniszkönyök) és a medialis epicondylitis (golffkönyök) csak differenciáldiagnosztikailag kérdéses esetekben, igen ritkán kerülnek MR-vizsgálatra. Ilyen például a radiohumeralis meniscus (fejlődési variáció), amelynek traumás eseményekkel összefüggő fibrosisa utánozhatja a teniszkönyök klinikai tüneteit. Az instabilitási tünetek ebben az ízületben klinikailag sokkal kevésbé vizsgálhatók, mint a vállízület esetében, ezért ennek gyanúja esetén akkor indokolt az MR-vizsgálat, ha az extensorín tendinopathiáját, illetve a kollaterális szalagok eltéréseit, szakadását az ultrahang nem ábrázolja. Röntgenfelvételen nem ábrázolódó (okkult) csonttörés klinikai gyanúja esetén a csontvelőoedema és microtrabecularis fractura kimutatása céljából is szükséges az MR-vizsgálat.

A leggyakrabban feltett kérdés, hogy fennáll-e osteochondritis dissecans. Ezt MR segítségével sokkal korábban lehet ábrázolni, mint egyéb képalkotókkal. Ilyenkor a félhold alakú subchondralis csontvelőoedemától a scleroticus demarkációval szegélyezett laesión át a dissecatum kimozdulása után kialakuló defektusig és a szabad ízületi testig minden stádium jól felismerhető. A morfológiai kép differenciáldiagnosztikailag elkülönítendő a spontán osteonecrosis eseteitől (Panner-betegség néven ismert a gyermekradiológiában). Az olecranon bursitisét, a biceps- és tricepsín sérüléseit csak ultrahangvizsgálattal, kétes esetekben kell MR-rel tisztázni, de a synovialis osteochondromatosiszt mindig.

A legnehezebb feladat az idegbecsípődések MR-vizsgálata. A cubital tunnel retinaculum (Osborn-féle epicondyloolecranon ligamentum) megvastagodása, de hiánya is okozhatja ezt (utóbbi esetben a nervus ulnaris sublaxatiója miatt). A nervus radialis a supinator izom proximalis széle mentén kerülhet nyomás alá, posterior interosseus ágának kompresszióját általában a környezetében növekvő képlet (synovialis cysta, lipoma) okozza. A nervus medianus esetében anatómiai variációk (processus supracondyloideus, Struther-ligamentum, bicepsbursa és a pronator izom hypertrophiája) lehetnek a háttérben. Maga a nyomás alá került ideg megvastagodhat gyulladás vagy neuroma kapcsán, ezek T2-jelfokozódással, illetve kontraszthalmozási effektus folytán ábrázolódhatnak.

A gyulladásos folyamatok közül a rheumatoid arthritis a leggyakoribb kérdés. A válaszhoz nélkülözhetetlen a gyulladásos aktivitást mutató kontrasztanyag és a porc vizsgálatára alkalmas gradiensechószekvencia is.

## Csukló, kéz

A csukló és a kéz vizsgálata (11, 12) az esetek döntő többségében röntgen- és ultrahangvizsgálattal lezárható (ganglioncysták, tenosynovitis, ideghüvelyi óriássejtes tumorok). Kellően jó felbontású transzducer esetében a TFCC (triangularis fibrocartilagenosus komplex) sérülése is megítélhető. Kétes esetben a finomabb, degeneratív jelinhomogenitások és a részleges szakadások kimutatása céljából MR-rel kell tovább vizsgálni. Szükséges az MR a ligamentum scapholunatum sérülésének gyanúja és egyéb interossealis ligamentumok sérüléseivel összefüggő instabilitási esetekben is. Ilyenkor kinematikus vizsgálat célszerű, illetve műfogással provokált kimozdulás is vizsgálható. Carpal tunnel (nervus medianus), Guyon-alagút (nervus ulnaris) és Dupuytren-szindróma esetében is gyakran elegendő a nagy felbontású transzducerrel végzett ultrahangvizsgálat. Ha az idegszál strukturális eltéréseinek ábrázolhatósága bizonytalan, zsírelnyomások MRI, illetve a kontraszthalmozási fokozódás vizsgálata jön szóba. Az idegátmérő megvastagodásának (pseudoneuroma) mértékét is pontosan lehet ábrázolni.

Igazán MR-diagnosztikai kérdés a csontelhalás. Közismert avascularis necrosis az os lunatumban a Kienböck-betegség. Korai stádiumban csak az MR mutat eltérést: a csontvelőoedema T1-jelcsökkenés és T2-jelfokozódás formájában látható. Az os scaphoideum parciális avascularis necrosis fel nem ismert fractura után szokott kialakulni. Ennek megelőzésére friss traumás esetben (ha ellentmondóak a pozitív klinikai tünetek és a negatív röntgenfelvételek) sürgős MRI indokolt. Ez egyértelműen kimutatja a törésvonalat és környezetében a csontvelőoedemát.

Gyulladásos eltérések esetében feltétlenül indokolt a kontrasztanyag MRI, hiszen a rheumatoid arthritis leggyakrabban itt jelentkezik (4. ábra).

A kristálylerakódásokkal kapcsolatos arthritis is gya-

## 4. ÁBRA

*Rheumatoid arthritis a csuklójüzetben. Zsírelnyomási technikával a sötét csontok durva eróziói mellett jól ábrázolódik a nagyfokú synovitis és pannusképződés*



kori ebben a lokalizációban. A kéz esetében a metacarpophalangealis ízületekben rheumatoid arthritis, a proximalis interphalangealis ízületekben Bouchard-arthrosis, a distalis interphalangealis ízületekben Heberden-arthrosis típusos. Az interphalangealis degeneratív eltérések gyakran erozív arthrosis képében jelentkezhetnek, és itt gyakori az inflammált arthrosis. Eltérő és jellegzetes az arthritis psoriatica megjelenése, amely egy ujjnak több ízületét érinti. Ennek során synovialis folyadékfelszaporodás és erős periarticularis lágyrész-oedema ábrázolódhat (T1-jelcsökkenés és T2-jelfokozódás), valamint kontrasztanyag-halmozás és az ízületi tok megvastagodása. Az ujjak esetében gyakoriak a sérülések utáni szövödmények. A nyeregízület ulnaris kollaterális szalagjának szakadása a hüvelykujj hiperextenziós sportsérülése kapcsán alakulhat ki. Instabilitáshoz vezet, ha a primer ellátás során nem kerül sor műtéti rekonstrukcióra. Az ujjak hajlítóinainak túlerőltetésből fakadó sérülése a divatos mászósportokkal kapcsolatos „hegymászóujj”. Ennek megnyilvánulása, az akut, illetve krónikus tenosynovitis, valamint a teljes ínszakadás ultrahangvizsgálattal megítélhető. Részleges szakadás esetén MR szükséges.

## Csípő

Elhelyezkedése miatt a csípőízület felnőttkorban ultrahanggal korlátozottan vizsgálható. A synovitis a folyadék jelenléte révén ultrahanggal is kimutatható, de a többi kérdés eldöntéséhez MR szükséges. A leggyakoribb beutaló diagnózis az avascularis necrosis (13), és

## 5. ÁBRA

*Korai avascularis necrosis a jobb oldali combfejen. T2-jelfokozódás látható a csontvelőoedema miatt*



ez valóban csak MR segítségével ítéltető meg. Az alapjelenség itt is csontvelőoedema, ami T1-jelcsökkenéssel és T2-jelfokozódással jár. A korai stádiumra jellemző oedemat körülhatárolódó, aztán jellegzetes dupla vonalas demarkációs jelek követik, később a femurfej deformitása, végül beroppanása következik be (5. ábra). Segítséget jelent itt is a zsírelnyomási technikák valamelyikének alkalmazása.

A vizsgálat gyakori oka trauma. Okkult, beékelts combnyaktörés osteoporosisban a röntgenfelvétel és a klinikai tünetek ellentmondása esetén sürgős vizsgálatot tehet szükségessé. A túlerőltetéses enthesitis MR-vizsgálattal mutatható ki (14), az izomszakadás és a haematoma, illetve a bursitis típusos esetekben ultrahangvizsgálattal tisztázható. Atípusos esetekben a haematoma, az abscessus és a daganatos eltérések elkülönítéséhez kontrasztanyag adása nyújt segítséget. Speciális sérülés az acetabulum labrumának szakadása. Ezt csak direkt artrográfia mutatja, a vállízület esetében bevált indirekt artrográfia nem. Előtte informatív lehet a natív vizsgálat, kis látómezőben vékony szeletekkel készített gradiensechó-szekvenciákkal.

Ebben az ízületben aránylag gyakori a synovialis chondromatosis, a rheumatoid arthritis, a spondylitis ankylopoetica, és erősen erozív eltéréseket okozhat az amyloidosis és a Gaucher-kór is. A pigmentált villonodularis synovitis a vérzések okozta hemosziderinlerakódások miatt nagyon jól látható, ugyanis a ferromágneses anyagok, mint a vastartalmú hemosziderin, nem gerjeszthetők és így jelet sem adnak, ezért ezek a lerakódások minden szekvenciával teljesen sötétek maradnak (15).

## Térd

Ultrahangvizsgálattal a praepatellaris bursa, a kollaterális szalagok és a ligamentum patellae teljesen, a meniscusok nagyrészt jól vizsgálhatók, és a teherviselő

6. ÁBRA

Térdízület. A hátsó keresztszalagnak a szeletben lévő részlete éles kontúrú, szerkezetében nincs kóros jelfokozódás. Az elülső keresztszalag részleges szakadása miatt kontúrjai elmosódottak, és állományának nagy része kóros jelfokozódásokat mutat



7. ÁBRA

Térdízület. A medialis meniscus hátsó szarvában sagittalis T1-súlyozott képen a szabad szélre terjedő, instabil, teljes szakadás látható



felszínek porcvastagságai jól megítélhetők (16, 17). A meniscuscysta és a Baker-cysta is jól ábrázolható. A transzducertől függően nem jól vagy egyáltalán nem ábrázolódnak a keresztszalagok és a patella porcállománya. A subchondralis csontállomány finom eltéréseit is csak az MR ábrázolja. A gyakorlatban az ultrahangvizsgálattal leírt pozitív eltérések biztonságosan elfogadhatók, inkább a negatív leletet követi MR, ha a klinikai tünetek indokolják. A meniscusok és a szalagok jelmentesek, ha szerkezetük normális. A T1-jelinhomogenitás, illetve a T2-jelfokozódás degeneratív eltérésekre utal. Gyakran lehet ilyen eltéréseket látni az elülső keresztszalag szerkezetében (mucoïd degeneráció), ami általában korábbi részleges sérülés után alakul ki (6. ábra).

A részleges és teljes szakadások megítéléséhez az elülső keresztszalag síkját követő ferde sagittalis és kiegészítő ferde coronalis metszetek is szükségesek. A meniscus jelszerkezete is gyakran mutat hasonló megjelenésű eltéréseket (myxoid degeneráció), ami egy későbbi erőbehatás esetében „locus minoris resistentiae” a szakadás szempontjából. A meniscus szakadásai megjelenhetnek vonalszerűen illeszkedve, de a szélek egymástól el is távolodhatnak, és folyadék juthat a köztük lévő részbe, ami erős és éles T2-jelfokozódást okoz. Lehet részleges és teljes a szakadás, és járhat kimozdulással (instabil szakadás) (7. ábra). Előfordulhat még a leszakadt meniscusrészlet begyűrődése az intercondylaris fossa irányába (kosárfülszakadás). A bonyolult jelviszonyváltozások miatt a szokványos T1- és T2-szekvenciákat (az agyi vizsgálatok során használatos) protondenzitás-méréssel is ki kell egészíteni. Félreve-

zető lehet az ép meniscus hátsó szárának felfelé ívelt szakaszában az 55°-os metszési irányban megjelenő „bűvös szög” műtermék, amely szakadást utánzó jel.

A posztoperatív MR-vizsgálatok (leggyakrabban az elülső szalag pótlása és részleges meniscectomia után) megítélése igen bonyolult: pontatlan klinikai információk esetén a szokványos posztoperatív eltérések, reparációs és regenerációs folyamatok nem különíthetők el a friss laesióktól.

A porcállomány vizsgálatához a fentiekől eltérő speciális szekvenciák szükségesek. A chondromalacia patellae gyakori eltérés, általában az extensormechanizmus zavarának következtében, aránylag fiatal korban alakul ki. Vizsgálatára csak az MR alkalmas, amely a porc felszín laesióját megelőző strukturális eltéréseket is pontosan ábrázolja.

Az osteochondritis dissecans sem mutatható ki korai szakaszában más módon. A gyakran traumás előzményekkel összefüggésbe hozható eltérés a félhold alakú subchondralis csontvelőoedemától a dupla vonalas demarkáció stádiumán át a dissecatum kimozdulásával és a kialakult kráter fibrosus szövettel való kitöltődésével bezárólag pontosan követhető. Ezt el kell különíteni a spontán osteonecrosis esetenként hasonló morfológiai képet mutató, de eltérő etiológiájú folyamatától (szteroid, alkohol, haemoglobinopathia, Gaucher-kór, keszonbetegség, szisztémás lupus erythematosus), valamint a poszttraumás csontvelőzúzódás, microtraubularis fractura ugyancsak csontvelőoedemával járó képétől. Az ízületi porc esetében is sor kerül posztoperatív vizsgálatokra. Mozaikplasztika után rendszeres időközönként szükséges az MR-vizsgálat az esetle-

ges szövődmények korai kimutatására. Ebben az esetben is nélkülözhetetlen a kontrasztanyag, akárcsak a térdízületet gyakran érintő rheumatoid arthritis és a juvenilis idiopathiás arthritis esetében. A hemosziderinlerakódással járó synovitis gyakrabban fordul elő a térdízületben, mint más lokalizációkban. A tibia metaphysisében gyakori differenciáldiagnosztikai probléma a stresszfractura, ami daganatot és osteomyelitist utánozhat (18).

## Boka, láb

A boka és a láb esetében (19, 20) az átlagos ultrahangjártasság mellett több probléma adódik, mint a nagyobb ízületek esetében. Bizonytalan esetekben a tenosynovitisek, a szalagsérülések, az Achilles-tendinopathia és az ín részleges vagy teljes szakadása, a peroneusín impingementszindrómája, az intermetatarsalis bursitisek és a Morton-neurinoma MR-rel vizsgálható. Ultrahang és MR (esetleg kinematikus is) egyaránt szükséges az impingementszindrómák kivizsgálására (talofibularis és tibiotalaris szalagok megvastagodása).

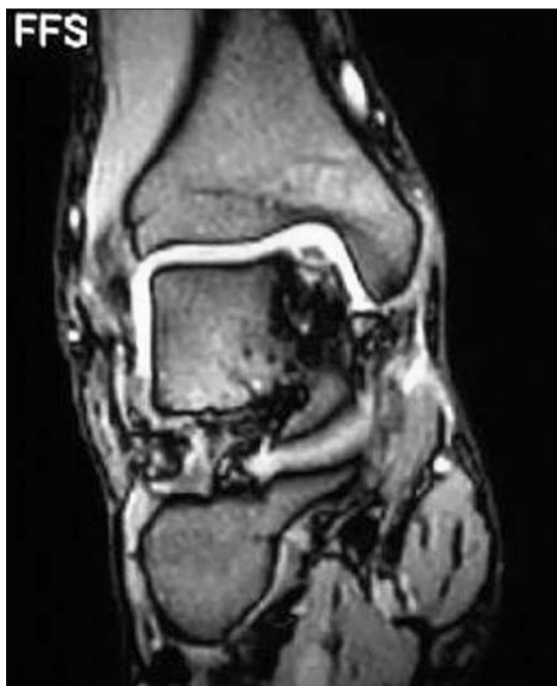
A leggyakoribb, csak MR-vizsgálattal tisztázható kérdés a talus osteochondritis dissecans és spontán osteonecrosis. Ezzel kapcsolatban a csípőnél és a térdnél leírtakhoz csak annyit kell hozzátenni, hogy a vérkeringés itt eleve rosszabb, és a dissecatum kimozdulása hamarabb bekövetkezik (8. ábra).

Csak MR-rel vizsgálhatók a sinus tarsi alagútszindrómái (tarsal tunnel). A kórkép hátterében az alsó ugróízület instabilitása, az interossealis ligamentumok sérülései, osteochondralis laesiók, gyulladós betegségek és ezzel kapcsolatos hegesedések, degeneratív eltérések állnak, amelyeket zsírelnyomással, kis látómezővel és vékony szeletekkel, valamint kontrasztanyag-halmozással lehet megfelelően vizsgálni.

A talpi képletek a vastag zsírszövet miatt nem vizsgálhatók minden részletre kiterjedően ultrahanggal. A talpi izmok és inak eltérései és különösen a diabetes

## 8. ÁBRA

*Bokaízület. A talus T2-súlyozott gradiensechó-vizsgálattal a porc erős jelet ad. Az osteochondritis dissecans teljes demarkációja látható, és mögötte sötétben ábrázolódik a csontvelőoedema*



mellitus szövődményei indokolják az MR-vizsgálatot. Leggyakrabban a neurogen osteoarthropathia és az osteomyelitis elkülönítése merül fel. Ez kontrasztanyag MR-vizsgálattal eldönthető, a halmozási effektus osteomyelitisekre utal. Gyakran fontos ennek kizárása, hiszen röntgenfelvételen a két kórforma nem különíthető el biztonsággal. Sajnálatos, hogy ennek a fontos kérdésnek az eldöntésére ritkán érkeznek vizsgálatra diabeteses beteg, míg a discushernia kizárására végzett lumbalis „rutinvizsgálatok” igen gyakoriak.

## IRODALOM

- Berquist TH, Ehman RL, Richardson ML. Magnetic resonance imaging of the musculoskeletal system. New York: Raven Press; 1987.
- Berquist TH. MRI of the musculoskeletal system. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
- Bohndorf K, Pope TL, Imhof H. Musculoskeletal imaging: a concise multimodality approach. Stuttgart: Thieme; 2001.
- Chan KK. Pathria Mini: MRI of the musculoskeletal system. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
- Chew FS, Kline MJ, Bui-Mansfield LT. Core curriculum: musculoskeletal imaging. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
- Kaplan PA, Dussault R, Helms CA, Anderson MW, Major N. Musculoskeletal MRI. Philadelphia: Saunders; 2001.
- Greenfield G, Arrington JA, Vasey FB. Imaging of arthritis and related conditions with clinical perspectives. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
- Stoller DW, Beltran S. MRI, arthroscopy, and surgical anatomy of the joints. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
- Stoller DW, Genant HK, Helms CA, Goumas C. Magnetic resonance imaging in orthopedics and rheumatology. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 1989.
- Resnick D. Diagnosis of bone and joint disorders. Philadelphia: Saunders; 2002.
- Berquist TH. MRI of the hand and wrist. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
- Weissman BN. Orthopedic radiology. Philadelphia: Saunders; 2004.
- Resnick D, Kransdorf MJ. Bone and joint imaging. Philadelphia: Saunders; 2004.
- Pascarelli E. Dr. Pascarelli's complete guide to repetitive strain injury: What you need to know about RSI and carpal tunnel syndrome. New York: Wiley; 2004.
- Vahlensieck M, Genant H, Reiser MK. MRI of the musculoskeletal system. Stuttgart: Thieme; 2000.
- Mink JH, Reicher MA, Crues JV. Magnetic resonance imaging of the knee. New York: Raven Press; 1987.
- Munk PL, Helms CA. MRI of the knee. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 1996.
- Keats TE. Imaging of musculoskeletal stress injury. St. Louis: Mosby-Year Book; 2004.
- Berquist TH. Radiology of the foot and ankle. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
- Spouge AR, Pope TL. Practical MRI of the foot and ankle. London: CRC Press; 2001.