

KÖNYVISMERTETÉS

Clinical 3T Magnetic Resonance Klinikai tapasztalatok 3T MRI berendezésekkel

Val M. Runge, Wolfgang R. Nitz, Stuart H. Schmeets,
Stefan O. Schoenberg.

Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2007.

ISBN: 3-13-141101-5

Ilyen könyvek bemutatását úgy szokás kezdeni, hogy hiánypótló alkotás. Az A/5 formátumú könyv valóban ilyen. A 252 oldalon 104 fejezettel és 105 ábrában foglalt nagyszerű minőségű képanyaggal megjelent összefoglaló munka széles körben tarthat számot érdeklődésre, a mozgásszervi diagnosztika iránt érdeklődők esetében ez fokozottan igaz.

A szerzők minden elfogultság nélkül a realitásokat mutatják be, nemcsak előnyökről, hanem hátrányokról is szólnak. Ilyen a fokozott melegedést okozó, a térerővel négyzetesen növekvő SAR (specific absorption rate), az erősebb műtermékeket okozó dielektrikus hatások, valamint a test méretével összemérhető rádiófrekvenciás hullámhossz körülírt jelzavarokat eredményezhet. A betegen lévő ferromágneses anyagok nagyobb mértékben korlátozzák az MR vizsgálatot, mint alacsony térerők esetében. Felerősödik a grádiens tekercsek zaja, noha ennek frekvenciája nem sokban változik a térerővel.

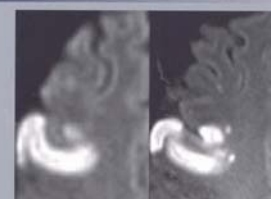
Az előnyök persze jóval meghaladják a hátrányokat. A térerő növelésének legnagyobb értéke signal/noise (jel/zaj viszony) javulása. Ennek különösen nagy jelentősége van az in-plane resolution (részletgazdagság) vonatkozásában, ami a diffúzió súlyozott képalkotásban például igen fontos és ez által lehet a fehérrállományi rostok színekódolt térképét elkészíteni, vagy a porcállomány finomszerkezetét ábrázolni: Diffusion Tensor Imaging.


A részletgazdagság a jelentősen csökkent mérési idők ellenére is javul. Ezzel áthidalható az alacsony és közepes térerejű mágnesekkel végzett mérések ismer problémája: a jó felbontású hosszú mérés – vagy gyengébb felbontású, de gyors mérés dilemmája.

Megváltoznak a szöveti sajátosságok, így a T1 relaxációs idő hosszabbodásával javul a képek kontrasztossága, erősödnek a susceptibilitási (mágnesezettségi) hatások. *(Az erősebb mágneses tér nagyobb mágneses momentumokat indukál a szövetekben, és ezek irányuktól függően jobban erősödnek vagy éppen gyengülnek. Így például igen eltérően mágnesezhető csontgerendázatnak és*

Clinical 3T Magnetic Resonance

Val M. Runge
Wolfgang R. Nitz
Stuart H. Schmeets
Stefan O. Schoenberg



 Thieme

csontvelő zsírnak a határán a kontúrok is erősödnek – ref.) Növekszik ez által a vérzés kimutathatósága, a deoxyhaemoglobin, az intracelluláris methaemoglobin és haemosiderin erősebb kontraszttal ábrázolódik. Nagymértékben javul ezzel a BOLD (blood oxygenation level dependent) technika érzékenysége, ami az oxyhaemoglobin és a deoxyhaemoglobin eltérő mágnesezettségén alapul és ez a fMRI (funkcionális MRI) alapja.

Előny az erősebb jel miatt a jobb részletgazdagság, és az ennek következtében kisebb voxel. Mindez nem eredményez azonban hosszabb mérési időt, mint ez alacsonyabb térerő esetén a részletgazdagság feltétele. A rövidebb mérések olyan további előnyt jelentenek, ami gyors mozgások jó részletgazdagságú leképezésére adnak lehetőséget. Elérhetővé válnak olyan új eljárások is, mint az arterial spin-labeling („megjelölt spin”) technika, mely kontrasztanyag nélküli perfúziós vizsgálatra nyújt lehetőséget.

További előny a spektrális felbontóképesség javulása is, ami egyrészt az MR-spektroszkópia érzékenységét is javítja: ebben az egymáshoz közelebb eső frekvenciatartományú metabolitok is elkülöníthetővé válnak. Növekszik másrészt a chemical shift (kémiai eltolódás, ezen alapul a spektrális zsír-saturáció SPIR, CHESS) és csökkennek 3T térerővel a mágnesezettség különbségeiből adódó susceptibilitási hatások miatti „misregistration” (mérési hiba okozta) műtermékek. Ezáltal erősebbé vál-

nak a határfelületek, például a csontgerendák közti erős jeladású zsír és a kalcifikált (ezért jelmentes) csontgerenda határán. Az ilyen határzóna-felerősödés 3T esetében a kisebb pixelméret miatti jobb részletgazdagság miatt válik élesebbé. Ennek alapján lehetséges a „Susceptibility Weighted Imaging”.

Könnyen megérti ezen bonyolult összefüggéseket, aki a könyv első egyötödét képező technikai részekben elmélyed. Itt előzetes alapismeretek nélkül is az alapoktól kezdve lehet a bonyolultabb részekig eljutni. Maradva például az erős mágneses térbe helyezett testben kialakuló mágnesezettségénél, ennek szöveti különbségei hozzák létre a susceptibilitási grádienszt. Az emberi test szöveteinek mágnesezettsége (susceptibilitása) ugyanis eltérő, ez pedig a helyi mágneses tér inhomogenitásait hozza létre. Ez a rádiófrekvenciás gerjesztés Larmor frekvenciájának változásaival jár, ami növekszik 3T esetében. A gerjesztés megszűntével kialakuló signal daphasing (T2-jelcsökkenés) meggyorsulását ez okozza.

A diamagnetikus hatás csökkenti a mágneses teret, a biológiai szövetek többé-kevésbé ilyen tulajdonságúak (pl. oxyhaemoglobin). A paramagnetikus hatás (például deoxy-haemoglobin, Gadolinium) növeli a mágneses teret: legalább 1%-kal. A mágneses térnek több mint 1%-os növelése a ferromagnetikus („superparamagnetikus”) hatás (vas), és ez megtartja a mágnesezettségét a külső mágneses tér megszűntével is. A diamagnetikus hatás mágneses teret csökkentő susceptibilitási műtermékei a csontgerendázat szerkezetének torzulásait okozzák, ami javítható az egymással szemben a testfelszínre helyezett paralel tekercsekkel végzett mérések útján. Az ilyen párhuzamos mérések másik előnye a gyorsabb adatgyűjtés, ami rövidíti a mérési időt. A paralel képalkotás kiegészítve sokcsatornás adatgyűjtéssel tovább rövidíti a méréseket. Ennek a gyors mozgások jobb leképezése mellett a hő-leadás (Specific Absorption Rate) csökkentése is fontos következménye. Ez azért fontos, mert a mágneses térerő 2x növelése 4x nagyobb hő-terheléssel jár.

Másik hátrány 3T esetében, hogy a rádiófrekvenciás gerjesztési hullámhossz az emberi test nagyságának tartományában sokkal erősebb dielektrikus sávcsúcsokat okoz, mint 1,5T esetében. Passzív implantátumok (csontprotézisek, intravasculáris és intracavitális fémcsövek, érleszorító klip, piercing, tetoválás) és aktív implantátumok (szívritmus szabályzó, agyi pacemaker, cochleáris implantátum) nagyobb problémákat okoznak mint alacsonyabb térerőjű mágnesekben.

A könyv második ötven oldala az agyi képalkotással foglalkozik, majd 40 oldal a gerinccel. Ez a terület a neuroradiológusoknak és a mozgásszervi radiológusoknak egyaránt fontos. Az intrathecalis folyamatok esetében a 3T nagyobb részletgazdagsága igen fontos. Postoperatív discushernia utáni állapotokban, Schwannoma, syrinx, haemangioblastoma, laptomeningeal metastasis, példák mutatják be szerzők az 1,2x0,9x1,0 mm³ voxel méret előnyeit.

Az egyéb mozgásszervi diagnosztika további 40 oldalt kapott és ebben csak az ízületi diagnosztikára szűkített vonatkozásait tárgyalják. Dicséretes módon röntgenfelvételek is szerepelnek az MR képek mellett, valamint arthroszkópos képek. A térdízületben a porcállomány önálló kórfolyamataival, az osteochondralis léziókkal, szalag- és meniszkuszszérülésekkel szerzett tapasztalatok találhatóak. A csuklóízület esetében a struktúrák kisebb mérete miatt nagyobb jelentőségű a 3T, persze a megfelelő tekercsek itt is elengedhetetlenek. A Triangular Fibrocartilage Complex és az intercarpalis szalagok 0,4x0,4x0,4 mm³ részletgazdagsággal valóban lenyűgözően ábrázolhatók. Sajnálatos, hogy a kéz és csipő kimaradt ebből a könyvből pedig ezek klinikai jelentősége igen nagy és mindkét régióban a 3T valóban óriási előrelépést hozott. A váll esetében a labrum sérülések és főleg a postoperatív vizsgálatok esetében jelent előnyt a magasabb térerőből adódó jobb részletgazdagság.

A 3T miatt javuló térbeli és időbeli felbontás egyszerre mutatja meg előnyeit a szív vizsgálata esetében. Csúpnán 10 oldalon szerepel ez a terület, és csak áttekintő jellegű. Nem igazán meggyőző, hogy a 3T valóban többet ad, mint 1,5T. Valószínűleg nem állt még rendelkezésre a speciális kardio-diagnosztikai program.

Emlő diagnosztikával is csak érintőlegesen, szűk 3 oldalon foglalkoznak a szerzők. Kétségtelenül jó a részletgazdagság, de nincs még kidolgozva a dinamikus kontrasztalmozási vizsgálatok kínálta lehetőségek sora.

Hasi és kismedencei vonatkozásokban elsősorban a prostata fejezet figyelemre méltó.

Rövid fejezet foglalkozik még a vascularis MRA vizsgálatokkal. Itt is a submilliméter nagyságú izotrópikus voxel előnyei láthatók néhány példán.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy az elméleti alapok megértéséhez nagyszerű lehetőséget kínál, és a mozgásszervi diagnosztikában érdeklődők számára különösen hasznos olvasmány. Fontos és élvezetes adalék a nagyszerű a képanyag.

Mester Ádám dr.