

Mágneses rezonanciás vizsgálatok a neurológiában – I. rész

Az agy vizsgálata

Vörös Erika

MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN NEUROLOGY. PART I. – IMAGING OF THE BRAIN

Az utóbbi tíz évben a mágneses rezonanciás vizsgálat alapvető módszerré vált a neurológiai diagnosztikában. A központi idegrendszer betegségeiben kitűnő anatómiai, morfológiai és bizonyos esetekben funkcionális információkkal szolgál. A dolgozat rövid áttekintést ad az MR szerepéről a neurológiai kórképekben a klinikai lefolyás, illetve a vezető klinikai tünetek alapján.

agy, mágneses rezonanciás vizsgálat, neurológiai képalkotó vizsgálat

Magnetic resonance imaging has become a basic imaging method in neurological diagnosis in the past decade. It provides excellent anatomical, morphological and in special indications, functional information on the central nervous system. In this issue, the role of magnetic resonance imaging in the diagnosis of brain diseases is outlined in connection with relevant clinical courses and the cardinal neurological signs.

brain, magnetic resonance imaging, neuroimaging

dr. Vörös Erika (levelezési cím/correspondence): Szegedi Tudományegyetem, Radiológiai Klinika/
Szeged University, Department of Radiology; H-6720 Szeged, Korányi fasor 8.

Érkezett: 2004. július 19.

Elfogadva: 2004. október 26.

A mágneses rezonanciás (MR) vizsgálat a neuroradiológiában ma már alapvető képalkotó eljárásnak számít, mivel igen széles körű információt ad a szöveti kontrasztkülönbségekre vonatkozóan, és multiplanáris jellegéből, valamint jó térbeli felbontásból adódóan kitűnő anatómiai tájékozódásra is lehetőséget nyújt. A hozzáférhetőség nehézségei és a vizsgálat relatív költségessége azonban még mindig korlátokat szab az ésszerű alkalmazásnak. Éppen ezért törekednünk kell arra, hogy a szakmai szempontok minél inkább érvényre juthassanak egy-egy vizsgálat indikálásakor. Ehhez pontosan kell ismernünk azt, hogy milyen klinikai szituációban, milyen vezető és társuló panaszok, tünetek esetén mit várhatunk a vizsgálatról.

Az MR-vizsgálat általános kontraindikációja a terhesség első trimesztere, a különböző pacemakerek használata és a klauszrofóbia. A beültetett mágneses vezető fémek hatásából fakadó, valamint a beteg mozgásából származó műtermékek akadályozzák a vizsgálat elvégzését és értékelését. Ha nincs kontraindikáció, a

klinikai tünetek szabják meg, hogy a módszer haszonnal alkalmazható vagy egyéb képalkotó eljáráshoz kell folyamodnunk (1, 2).

Indikációk a vezető tünetek alapján

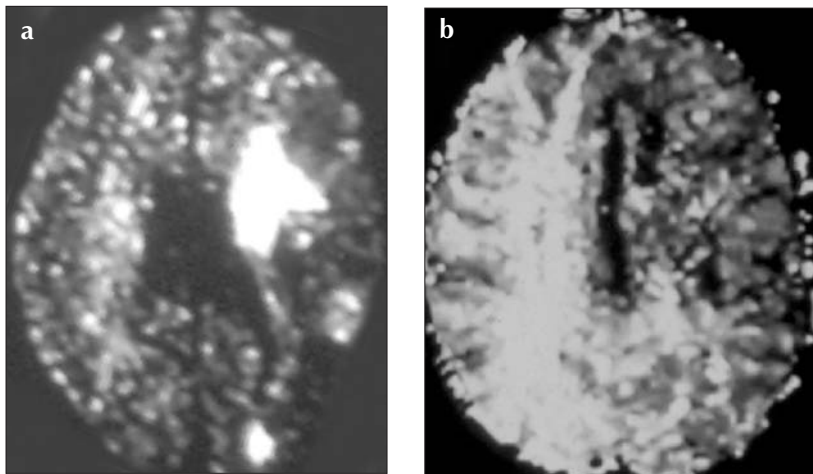
A legtöbb neuroradiológiai vizsgálatot *fokális neurológiai tünetek* eredetének tisztázására végezzük.

Régóta, esetleg születéstől fennálló, *nem progrediáló* tünetegyüttesek hátterében gyakran az intrauterin vagy a perinatalis életszakaszban kialakult egyszeri károsodások állnak. Ilyen esetekben az egyetlen alkalommal elvégzett MR-vizsgálat pontot tehet a kivizsgálás végére (1, 2).

A progresszív tünetegyüttesek közül a tartósan fennálló, *lassan progrediáló göctünetek* anyagcserebetegségekben és neurodegeneratív kórképekben jellemzőek elsősorban. Az anyagcserebetegségeknek számtalan formája ismert, és elsősorban csecsemő-, gyer-

1. ÁBRA

a) Diffúziósúlyozott és b) perfúziósúlyozott felvétel a bal oldali arteria cerebri media elzáródását követően. A perfúziós kiesés nagyobb, mint a diffúziós, így megfelelő kezeléssel még jelentős agyi területek menthetőek meg (prof. dr. Kenéz József anyagából és engedélyével)



mek-, ritkábban fiatal és késői felnőttkorban fordulnak elő. Ezekben a kórformákban az MR-vizsgálat nem mindig mutat feltűnő eltérést, vagy olyan elváltozásokat tár fel, amelyek nem specifikusak. Ezeket csak a klinikussal szorosan együttműködve lehet értékelni, és több, más típusú vizsgálatot is el kell végezni. Jól látható eltérések vannak az MR-képeken például Wilson-kórban, Wernicke-encephalopathiában, a leukodystrophiák nagy részében stb.

A degeneratív kórképek felnőttkorban, illetve az élet második felében manifesztálódnak inkább. Egyes elváltozásokban (például Parkinson-betegségben) nem találunk specifikus MR-jeleket, de hasonló tünetek egyéb eredetűre fény derülhet (például vascularis laesiók, Fahr-betegség). A különböző struktúrák progresszív atrophija (multiszisztémás atrophia, pontocerebellaris atrophia) általában jól ábrázolhatóak (1, 2).

Gyorsan progresszív neurológiai góctünetek legtöbbször növekvő térfoglalásra utalnak. Leggyorsabban a heveny kórképek (intracranialis gyulladások, vérzések stb.) tünetei súlyosbodnak. A daganatos elváltozások közül a malignusak akár néhány hét alatt, a jóindulatúak lassabban, néha csupán évtizedek alatt idéznek elő olyan mérvű állapotromlást, amely miatt a beteg orvoshoz fordul. A gyulladások, tályogok kimutatásának az MR az első választandó módszere, de a vérzésekre a komputertomográfia (CT) alkalmasabb. A natív és kontrasztanyag MR-vizsgálat kitűnő képet ad a tumorok morfológiájáról, azonban szövettani diagnózisra nem mindig számíthatunk. Egyes tumorcsoportokon belül (például astrocytomák, oligodendrogliomák)

a kontraszthalmozás mértéke mutat bizonyos laza összefüggést a malignitás fokával, de ez nem teljesen megbízható jelenség. Az anamnézis és a klinikai adatok ismerete kiváltképpen fontos az MR-vizsgálattal hasonló megjelenésű kórképek differenciálásában (nem halmozó astrocytoma, vascularis laesio vagy gyűrűszerűen halmozó tályog és metasztázis). Az MR-spektroszkópia, bizonyos keretekben belül, az anyagcseretermékek elemzésével következtetni enged egy-egy kiválasztott területen zajló folyamat természetére (gyulladás, tumor, sclerosis multiplex stb.).

A térfoglaló elváltozások esetenként diszlokálhatják a különböző agyi központokat. Műtéti beavatkozás tervezésekor éppen ezért szükség lehet az elokvens

területek helyzetének tisztázására, hogy azok egy-egy terime eltávolításakor minél inkább megkímélhetőek legyenek. Erre a célra alkalmas az úgynevezett funkcionális MR, amely az adott idegközpont működése (végtagmozgatás, beszéd stb.) közben elkészítve megmutatja a vizsgált funkció corticalis reprezentációjának és a kóros elváltozásnak egymáshoz viszonyított helyzetét. Az MR-spektroszkópia és a funkcionális MR csak nagy térerejű (legalább másfél teslá) és megfelelő speciális programmal ellátott berendezéssel végezhető eredményesen (1, 2).

A hirtelen kezdetű, újonnan kialakuló tünetek általában vascularis történetre utalnak. A javuló tendencia, akár kezelés nélkül is, az agyi keringészavar következményeire jellemző. A vérzés és az ischaemiás károsodás elkülönítése CT-vizsgálattal azonnali eredményre vezet. Az MR viszont az ischaemiáról szolgálhat fontos, a kezelést és a prognózist meghatározó információkkal. Erre a célra a hagyományos spinechó-szekvenciák mellett speciális, úgynevezett diffúzió- (DWI) és perfúziósúlyozott (PWI) felvételeket készíthetünk. Ha a perfúziós (azaz a vérátáramlási) kiesés nagyobb, mint a diffúziós kiesés (azaz az ischaemiás terület), a különbség keringésjavító kezeléssel még megmenthető (3–5) (1. ábra).

Stroke hátterében lévő érelzáródások, érszűkületek kimutatására az MR-vizsgálat egy ülésben kiegészíthető MR-angiográfiával, amely hasznos kiegészítő lehet az elzáródott erek thrombolysisének megtervezésében, illetve a szűkületek gyógyszeres, endovascularis vagy műtéti kezelésének megválasztásában. Az intracranialis erekről az úgynevezett háromdimenziós time-of-flight MR-angiográfia adja a legpontosabb felvilágosítást. Az extracranialis carotis szakaszok esetleges szűkületei, elzáródásai, továbbá az aortaív, valamint az arteria vertebralisok kontrasztanyag bolusban történő beadásával, úgynevezett kontraszterősítéses MR-angiográfia-

A legtöbb neuro-radiológiai vizsgálatot fokális neurológiai tünetek eredetének tisztázására végezzük.

fiával ítélték meg jól, ha a Doppler-ultrahangvizsgálat nem ad kielégítő információt (6) (2. ábra).

Multifokális neurológiai tünetek hátterében többgócú elváltozások állnak. A vascularis károsodások általában különböző korúak, de ritkán egyidejűleg is bekövetkezhet multiplex embolizáció, főleg szívbetegekben. A fiatalabb korosztályban a különféle arteritisek okozhatnak többszörös vascularis károsodást, amelyek napokon, heteken vagy hónapokon belül, viszonylag gyors tempóban involválhatnak újabb és újabb területeket. Sclerosis multiplexben ismétlődően alakulnak ki többgócú neurológiai tünetek. Az akut disszeminált encephalomyelitis a vírusfertőzés után néhány héttel mutat hasonló tüneteket, de általában egyetlen fellángolás után gyógyul. A hematológiai kórképek (lymphomák, leukaemiák) is szóba jönnek differenciáldiagnosztikai szempontból. A metastázisok jelentős intracranialis nyomásfokozódással is járnak. Ezekben a kórképekben az MR szenzitivitása nagyobb a CT-énél. Hasznos kiegészítő ilyenkor a hagyományos spinechó-szekvenciák mellett a vízelnyomásos, úgynevezett FLAIR-szekvencia (fluid attenuated inversion recovery), amely a kis fehérállományi elváltozásokat is jól értékelhetően mutatja. Ha a vizsgálatot kontrasztanyagadással egészítjük ki, további hasznos információkhoz juthatunk (például sclerosis multiplex aktivitása) (7, 8) (3. ábra).

Indikációk a vezető tünetek szerint

A *fejfájás* igen gyakori panasz, jellegétől függően számos, a háttérben meghúzódó kórképre utalhat, amelyeket MR-rel diagnosztizálhatunk.

A sok éve *változatlanul fennálló fejfájásos panaszok* mögött ritkábban találunk szervi eltérést, de ilyen esetekben is érdemes egy alkalommal MR-vizsgálatra küldeni a beteget, mert veleszületett elváltozásokra (hydrocephalus), fejlődési rendellenességekre (arachnoidealis cysta) vagy lassan növekvő tumorokra (meningeoma) derülhet fény.

Mindenképpen MR-re van szükség, ha a régóta fennálló *fejfájás jellege, gyakorisága megváltozik*, mert ilyenkor újonnan kialakult patológiás folyamatra gondolhatunk.

A *migrénes fejfájásokat* az esetek egy részében aneurysma, érmalformáció okozhatja, ilyenkor a koponya MR-vizsgálatát MR-angiográfiával is ki kell egészíteni. Hosszan fennálló migrénben a kiserek funkciózavarai miatt apró, subcorticalis ischaemiás gócok alakulhatnak ki érintett oldali dominanciával.

A *progresszív fejfájás* elsősorban intracranialis nyomásfokozódásra utal, amelynek oka térfoglaló folyamat, liquorkeringési zavar lehet. A gyermekkori középvonalú tumorok okozta következményes hydrocephalusnak gyakran első jele a progresszív fejfájás. Ha bevezető tünetek nélküli sugárhányással társul, CT-vel vagy MR-rel ki kell zárni a hátsó scalai térfoglaló folyamatot. A rupturához közelgő aneurysma is okozhat fokozódó fejfájást, ilyenkor az angiográfiával kiegészített MR-vizsgálatra viszonylagos sürgősséggel kell sort keríteni.

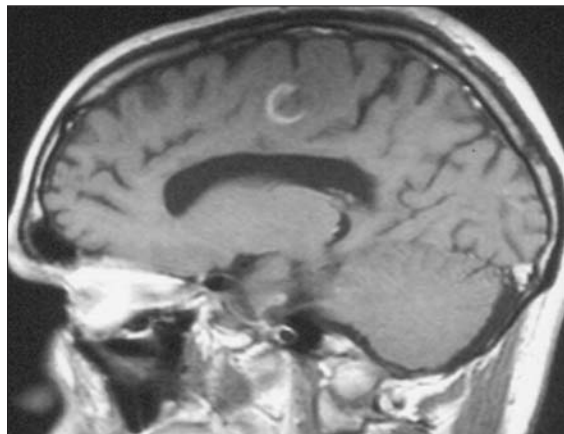
2. ÁBRA

Negatív kontraszterősítéses MR-angiográfia a cranio-cervicalis erekről



3. ÁBRA

Kontrasztanyagot halmozó sclerosis multiplexes góc



Hirtelen kialakuló, ütésszerű fejfájás tudatzavarral, esetleg a nélkül, leggyakrabban subarachnoidealis vérzésben észlelhető. A subarachnoidealis haemorrhagia, főleg, ha nagyobb mennyiségű, a többnyire nem rutinszerűen használt MR-szekvenciákkal (protondenzitású, vízelnyomásos FLAIR, T2*-súlyozott gradiensechó-szekvenciák) kimutatható ugyan, de a CT-vizsgálat ezeknél érzékenyebb módszer. A koponya-CT-vizsgálatot egy ülésben CT-angiográfiával kiegészítve a vérzésforrásról is információt kaphatunk, hiszen a vérzés és bomlástermékei a CT-angiográfia érté-

4. ÁBRA

Granulomatous meningitis

kelését nem zavarják, de például az MR-angiogramokon műterméket okozhatnak.

Ha a *fejfájáshoz* láz, *magas vörösvérsejt-süllyedés* is társul, egyéb neurológiai tünetek jelentkezésétől függően gyulladással kórképre (meningitis, encephalitis, tályog) kell gondolnunk. A legérzékenyebb képalkotó eljárás ezekben az esetekben az MR-vizsgálat, kivéve a virális meningitist, amelyben általában negatív (9) (4. ábra).

A viszonylag rövid idő alatt kialakuló, *epileptiform rosszulléttel, fokális neurológiai tünetekkel*, esetleg *tudatzavarral* társuló fejfájást gyakran sinusthrombosis okozza. Ha a beteg állapota engedi a vizsgálat elvégzését, akkor a koponya-MR és a fáziskontrasztos MR-angiográfia pontos diagnózishoz vezethet, de a CT, esetleg CT-angiográfia sokszor gyorsabban elérhető, és hasonlóan megbízható eredményt ad.

Az *epileptiform rosszullétek* valamilyen göccs patológias folyamat (temporalis mesialis sclerosis, fejlődési rendellenesség, arteriovenosus malformatio, tumor, sclerosis multiplex) okozta agyi működészavarra utalhatnak.

A temporalis mesialis sclerosis a hippocampus betegsége, és az epilepszia leggyakoribb okának tartják. Az MR-képeken látható finom elváltozások, az atrophia és a gliosis eredményes detektálásához speciális, a hippocampusokra fókuszált MR-vizsgálati protokoll szükséges, amely a hagyományos spinechó-szekvenciákon kívül vékony rétegű, a hippocampus tengelyére döntött speciális szekvenciákat is tartalmaz. A hippocampus mérete és jelintenzitása számadatokkal is megadható. Az MR ilyen esetekben a SPECT (egyesszoton-emissziós CT) és a PET (pozitronemissziós tomográfia) vizsgálat kiegészítője.

A születéstől fogva meglévő rosszullétek valamilyen perinatalis károsodás vagy fejlődési anomália következményei. A migrációs és gyrificációs zavarok, annak ellenére, hogy a magzati fejlődés károsodásában gyökereznek, mégis csak 10–20 éves életkorban okoznak epilepsziát. A sokszor bonyolult morfológiájú, összetett fejlődési zavarok ábrázolásában az MR-nek vitathatatlan előnyei vannak az egyéb módszerekkel szemben.

A vascularis malformációk, bár zömmel veleszületett fejlődési rendellenességnek tarthatók, szintén többnyire csak jóval a születés után okoznak epilepsziát. A magyarázatot valószínűleg a progresszív keringésvizsgálat adja. Az MR-vizsgálat szenzitivitása és specifitása a különböző típusú érmalformációkra vonatkozóan igen jónak mondható, ha azok az állományban helyezkednek el és relatíve nagyok. Apró fistulák a subarachnoidális térben azonban rejtve maradhatnak még MR-angiográfiával is.

A térfoglaló folyamatok közül gyakran a lassan növekvő, kis, cortexet is érintő elváltozások jele az epilepszia. A kúszó gliómák, apró dysembrioplastikus tumorok egy része olyan finom eltérést okoz, hogy csak MR-rel fedezhető fel.

Az esetek egy részében az epilepszia hátterében a leggondosabb vizsgálattal sem találunk kóros elváltozást, ilyenkor azonban más módszerek (PET) még pozitív eredményt hozhatnak (1, 2, 10).

A *tudatállapot romlása* önmagában vagy göcötünetekkel társulva is lehet MR-vizsgálati indikáció. Akut esetben, ha a vérzések különböző formáira gondolunk, a CT érzékenyebb módszer. Szubakut és krónikus vérzés esetén az MR pontosabb. A vérzésforrás tisztázásában azonban fordított a helyzet: az MR-angiográfiák közül a legjobb térbeli felbontást biztosító time-of-flight MR-angiográfia az első 24 órában még informatív, de később a vérbomlástermékek erősen zavarhatják az értékelést (1, 2).

Mentális zavarok esetén, ha az korai életkortól manifesztálódik, retardációt okozó elváltozások (fejlődési rendellenesség, lezajlott gyulladás) jönnek szóba, amelyek legtöbbször intrauterin eredetűek.

A különböző *dementiák* esetén az MR részletes morfológiai képet ad az agyállományról, és ha terápiás szempontból szükséges, lehetőség van morfometriás mérésekre is. A demenciák egy részében az agy volumene körülírtan vagy diffúzan csökken, agysorvadás alakul ki. Máskor a mentális hanyatlás hátterében térfoglaló folyamatok, vascularis okok, fertőzőes kórképek (lassú vírus), liquorkeringési (normális nyomású hydrocephalus) és anyagcserezavarok állnak. Ezek kimutatásában és differenciálásában jó eséllyel számíthatunk az MR-vizsgálatra (1, 2).

Fejtraumák után általában sürgős vizsgálatot indokol a neurológiai státus. A sérülés kapcsán kialakuló eltérések többsége (vérzések, törések) CT-vel jobban és gyorsabban kimutatható, mint MR-rel. A késői panaszokat okozó elváltozások (traumát követő állománykárosodás, atrophia, hydrocephalus) azonban már inkább MR-vizsgálattal detektálható pontosabban (2).

A *neurovascularis* kompressziók különböző formái leggyakrabban az agyidegeken alakulnak ki, és fájdalomszindrómák vagy funkciózavarok formájában jelentkeznek. Háttérelnyomás nélküli, vékony rétegű MR-angiográfiás felvételeken az erek és idegek egymáshoz való viszonya jól megítélhető, kimutatott kompresszió pedig microvascularis dekompreszióval, az esetek többségében, kitűnő gyógyulási eséllyel operálható (11) (5. ábra).

A köztudatban még nem terjedt el eléggé az a tapasztalat, hogy a nyúltvelő bal ventrolateralis részének, illetve a IX., X. agyideg belépési zónájának kompressziója gyógyszerrefrakter hipertóniát okozhat. Ilyen esetekben is a microvascularis dekompreszió jelenthet tartós megoldást. A kezelés alapja a kompresszió kimutatása, amely, ha ér eredetű, akkor háttérelnyomás nélküli MR-angiográfiás vizsgálattal közelíthető meg. Sohasem hagyható el azonban a koponya hagyományos MR-vizsgálata sem, hiszen daganat vagy basalis impresszió esetén a magasan álló dens axis is nyomhatja a nyúltvelőt, így ezek is hipertenzióhoz vezetnek (12).

Számos olyan további szisztémás vagy más szervrendszert érintő kórkép is van, amelyekben központi idegrendszeri elváltozások is előfordulhatnak.

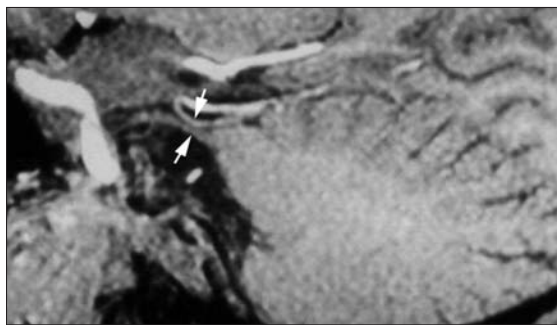
Endokrin eltérések esetén a hypophysis régiójának natív és kontrasztanyagot, vékony rétegű, valamint dinamikus MR-vizsgálata a 2-3 mm átmérőjű microadenomák, nagyobb tumorok, gyulladások, valamint a hypothalamohypophysealis rendszert infiltráló egyéb elváltozások kimutatására is alkalmas (1, 2).

Autoimmun betegségekben nem ritka, hogy az agyi erek is érintettek, ilyenkor több különböző artériás elválasztási terület időben eltérő lágyulása következik be. Az MR-felvételeken több különböző korú és lokalizációjú ischaemiás károsodás detektálható. Az MR-angiográfia térbeli felbontása viszont nem mindig elégséges a kisebb erek morfológiai eltéréseinek kimutatásához (1).

A *hematológiai betegségek* közül a lymphomákban, leukaemiákban láthatunk cerebrális elváltozásokat, amelyek a betegség agyi manifesztációi, illetve követ-

5. ÁBRA

Trigemínusneuralgia. Az ideg belépési zónájában az *arteria cerebelli superior* alsó ága (felső nyíl) szoros kontaktusban van az ideg belépési zónájával (alsó nyíl)



kezményes vérzés mellett lehetnek a sugár- vagy kemoterápiás kezelés iatrogén ártalmi (oedema, ischaemiás laesio, necrosis) is (1, 2).

A *gastrointestinalis kórképek* közül a Crohn-betegség és a colitis ulcerosa artériás és vénás elzáródásokra hajlamosít az agyban. Whipple-kórban gyűrűszerűen halmozó körülírt góccok jelenhetnek meg (13).

Összegzés

Mint e rövid áttekintésből kitűnik, az MR-vizsgálat ma a neurológiai képalkotás egyik legjelentősebb eszközének tartható. Az esetek egy részében minőségi diagnózist nyújt, máskor a felmerülő diagnózisok differenciálásához járul hozzá, sőt, még a negatív eredményű MR-vizsgálat is segíthet a kórisme megállapításában. Nem lehet azonban eléggé hangsúlyozni, hogy a klinikai adatok ismerete nélkül az MR-vizsgálat diagnosztikus értéke korántsem teljes, sőt, korlátozott értékelése tévútra is terelhet.

IRODALOM

1. Atlas SW. MRI of brain and spine. 3rd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
2. Grossman CB. Magnetic resonance imaging and computed tomography of the head and spine. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 1996.
3. Liu Y, Karonen JO, Vanninen RL, Nuutinen J, Koskela A, Soimakallio S, et al. Acute ischemic stroke: Predictive value of 2D phase-contrast MR angiography – Serial study with combined diffusion and perfusion MR imaging. *Radiology* 2004;231(2):517-27.
4. Hillis AE, Wityk RJ, Beauchamp NJ, Ulatowski JA, Jacobs MA, Barker PB. Perfusion-weighted MRI as a marker of response to treatment in acute and subacute stroke. *Neuroradiology* 2004; 46(1):31-9.
5. Moritani T, Shrier DA, Numaguchi Y, Takase Y, Takahashi C, Wang HZ, et al. Diffusion-weighted echo-planar MR imaging: clinical applications and pitfalls – a pictorial essay. *Clin Imaging* 2000; 24(4):181-92.
6. Nonent M, Serfaty JM, Nighoghossian N, Rouhart F, Derex L, Rotaru C, et al. CARMEDAS Study Group. Concordance rate differences of 3 noninvasive imaging techniques to measure carotid stenosis in clinical routine practice: results of the CARMEDAS multicenter study. *Stroke* 2004;35(3):682-6.
7. McDonald WI, Compston A, Edan G, Goodkin D, Hartung HP, Lublin FD, et al. Recommended diagnostic criteria for multiple sclerosis: guidelines from the international panel on the diagnosis of multiple sclerosis. *Ann Neurol* 2001;50(1):121-7.
8. Thompson AJ, Montalban X, Barkhof F, Brochet B, Filippi M, Miller DH, et al. Diagnostic criteria for primary progressive multiple sclerosis. *Ann Neurol* 2000;47(6):831-5.
9. Grand S, Ternier J, Rousseau N, Ashraf A, Tropres I, Remy C, et al. Cerebral abscess: MRI, DWI and MRS features. *Neuroradiology* 2004;31(2):145-7.
10. Janszky J, Rasonyi G, Fogarasi A, Bognar L, Eross L, Barsi P, et al. Surgically treatable epilepsy – a review. *Orv Hetil* 2001;29; 142(30):1597-604.
11. Maciej Hermann, Pawel S³oniewski, Piotr Zieliński. An attempt at objective evaluation of neurovascular compression with the use of magnetic resonance imaging. *Med Sci Monit* 1998;4(3):532-7.
12. Horowitz MB. Brainstem compression as a cause of neurogenic hypertension. *Curr Hypertens Rep* 1999;1(3):264-7.
13. Schnider P, Trattng S, Kollegger H, Auff E. MR of cerebral Whipple disease. *Am J Neuroradiol* 1995;16(6):1328-9.