

Magnetická rezonancia a sclerosis multiplex

MUDr. Monika Daňová^{1,2}, MUDr. Vítazoslav Belan, PhD.³

¹ProMagnet, s. r. o., magnetická rezonancia, FNŠP J. A. Reimana, Prešov

²Fakulta zdravotníctva a sociálnej práce, Trnavská univerzita, Trnava

³Dr. MAGNET, s. r. o., pracovisko Kramáre, Bratislava

Magnetická rezonancia (MR) sa stala v náročnom procese diagnostiky sclerosis multiplex (SM) dôležitou podpornou vyšetrovacou metódou, ktorá bola zahrnutá v roku 2001 do diagnostických kritérií (McDonald kritériá SM 2001). Následne tieto kritériá prešli úpravou v roku 2005 a 2010 s cieľom zvýšiť ich senzitivitu, pri zachovaní ich špecificity. MR je v súčasnosti najviac využívaný biomarker v procese diagnostiky, v stanovení prognózy a v monitorovaní priebehu ochorenia, pričom využíva konvenčné a nekonvenčné techniky. Ku konvenčným technikám patrí T1 vážený obraz bez/alebo s podaním kontrastnej látky, T2 vážené obrazy (T2vo), z ktorých postprocesingom pri použití jemných rezov sa môže určiť objem ložísk (tzv. lesion load) na sledovanie zápalu alebo pri prevahe neurodegenerácie u pacienta môžeme merať atrofiu mozgu. Nekonenčné techniky sa uplatňujú v experimentálnych prácach, ktoré skúmajú patologické deje pri SM, prípadne sa uplatňujú v diagnostike a diferenciálnej diagnostike.

Kľúčové slová: magnetická rezonancia, sclerosis multiplex, diagnostické kritériá, klinicky izolovaný syndróm.

Magnetic resonance and sclerosis multiplex

Magnetic resonance (MR) imaging started to be in exacting diagnostic process of multiple sclerosis (MS) an important supporting examination method that in 2001 was included into diagnostic criteria (McDonald criteria SM 2001). Following these criteria passed a modification in 2005 and 2010 with an aim to increase their sensitivity at preserving their specificity. MR is at present the most used biomarker in the process of diagnosis, at determination of prognosis and monitoring of disease progression, using conventional and non conventional techniques. Into conventional techniques belong T1 weighted images without or with administration of a contrast medium, T2 weighted images (T2vo) from which postprocessing at using of soft cuttings, the volume of lesions can be determined (e. g. lesion load) for watching of inflammation or at neurodegeneration turn, at patient we can measure the brain atrophy. The non conventional techniques are exercised in experimental works, that examine the pathologic process in MS eventually are applied in diagnosis and differential diagnosis.

Key words: magnetic resonance, sclerosis multiplex, diagnostic criteria, clinically isolated syndrome.

Neurol. praxi 2014; 15(2): 77–82

Zoznam skratiek

BH – biela hmota

BPF – Brain Parenchymal Fraction – frakcie parenchýmu mozgu

CDMS – klinicky definitívna sclerosis multiplex

DIR – Double Inversion Recovery

DIS – Dissemination in space, diseminácia v priestore

DIT – Dissemination in time, diseminácia v čase

DTI – diffusion tensor imaging, zobrazenie MR s difúznym tensorom

DWI – diffusion weighted imaging, difúzne vážené zobrazovanie

fMRI – funkčná magnetická rezonancia

FLAIR – Fluid-attenuated inversion recovery

Gd+ – ložisko sýtiace sa po podaní kontrastnej látky – gadolína

HEB – hematoencefálna bariéra

CIS – klinický izolovaný syndróm

IPDMS – International Panel on Diagnosis of MS

JK – juxtakortikálne

MAGNIMS – Magnetic Resonance Network in Multiple Sclerosis

MR – magnetická rezonancia

MRS – MR spektroskopia

MTI – magnetization transfer imaging, zobrazenie MR s magnetizačným transferom

NAA – N-acetylaspartat

NAWM – normálne vyzerajúca biela hmota

PV – periventrikulárne

PWI – perfúzne vážené zobrazovanie

SM – skleróza multiplex

SH – sivá hmota

TSE – Turbo Spin Echo T1vo/T2vo – T1/T2 vážený obraz

PF – zadná jama

Úvod

Z pomocných vyšetrovacích metód v diagnostike SM je najviac relevantná MR, tak pre diagnostiku u pacientov s klinickým izolovaným syndrómom (CIS) s rizikom prechodu do klinicky definitívnej SM (CDMS), ako i pre monitorovanie priebehu ochorenia a efektu liečby pacienta. McDonaldove kritériá z roku 2001 zahrnujú MR do diagnostického procesu SM, pričom výrazne zjednodušená posledná revízia z roku 2010 umožňuje určiť disemináciu ochorenia v čase už z prvého

MR vyšetrenia, a to pri súčasnom náleze Gd+ a Gd- lézií. V bežnej praxi sa používajú v diagnostike SM techniky konvenčného MR, ktoré majú vysokú senzitivitu, no nižšiu špecificitu. Nové techniky poskytujú detailnejší pohľad na mikroštruktúrne zmeny v mozgovom tkanive, napríklad odhalia zmeny v „zdanlivo normálne vyzerajúcej bielej hmote“ (NAWM) a lézie v sivej hmote (SH) a sú väčším zdrojom informácií v prognóze vývoja SM a efektu liečby. Patria sem: DIR, volumetria, zobrazenie magnetizačným transferom (MTI), difúzne vážený obraz (DWI), MR spektroskopia, funkčná MR (fMRI) (Havrdová, 2008).

MR a diagnostika SM

K základnému protokolu vyšetrenia konvenčnej MR v diagnostike SM patrí T2vo (TSE), FLAIR a T1vo natívne a po podaní kontrastnej látky (T1vo/T1+ Gd). Typickým nálezom pre SM sú hyperintenzívne ložiská v T2vo (plaky), ktoré sú považované za koreláty demyelinizačných plakov. T2 hyperintenzívne ložiská však nie sú špecifické pre SM. Morfológicky je ložisko zvýšeného signálu v T2vo vo všeobecnosti prejavom zvýšeného

obsahu vody spôsobeného edémom, zápalom, demyelinizáciou, remyelinizáciou, axonálnou stratou a gliózou a je pri MR mozgu pomerne častým nálezom, čo vyúsťuje do klinicko-rádiologického paradoxu. Špecifitu zvyšuje prítomnosť typických znakov, ako je tvar lézií a ich lokalizácia. Ložiská môžu byť v ktorejkoľvek časti CNS, kde je myelín, no najčastejšie sú lézie v okolí komôr (Dawsonove prsty), v corpus callosum, lézie uložené juxtakortikálne (JK), v mozgovom kmeni, mozočku a v mieche. **FLAIR** sekvencie potláčajú signál voľnej vody a tým sa stávajú citlivejšie pri zobrazení lézií v periventrikulárnej oblasti (PV). Strate axónov zodpovedajú ložiská zníženého signálu v **T1vo** označované ako black holes. Na podklade porušenia hematoencefalickej bariéry (HEB) dochádza k sýteniu lézií v T1vo po podaní kontrastnej látky (**T1+Gd**), čo signalizuje zápalovú fázu v jej vývoji. Touto fázou prechádza väčšina lézií a pretrváva 2–6 týždňov, pričom len málo lézií sa prejaví sýtením v rozpätí 3–4 mesiacov. Medzi podaním kontrastnej látky (k. l.) a začiatkom skenovania je optimálny odstup od 5 do 30 minút od jej podania. Kortikoidy pôsobia protektívne na HEB, čím potláčajú sýtenie ložísk a skresľujú výsledok vyšetrenia (Lóvblad et al., 2010).

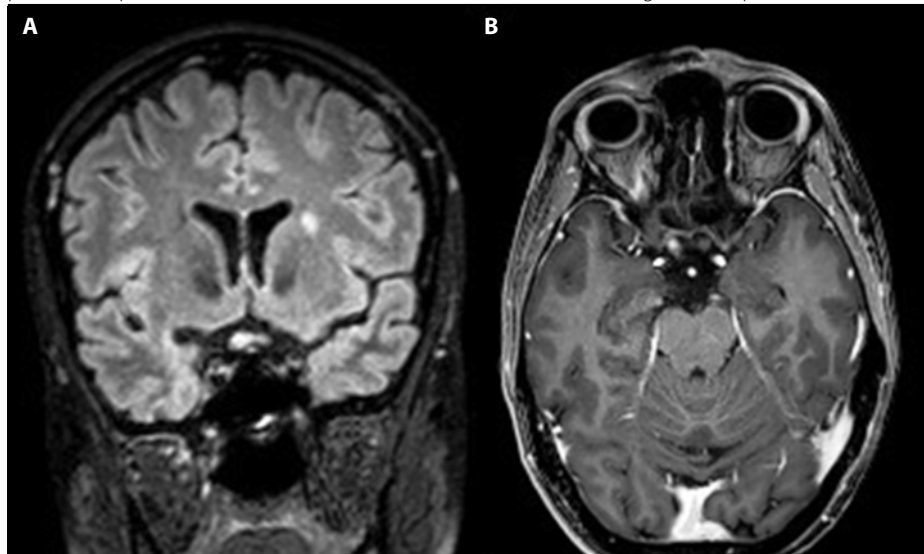
Pokroky v MR v diagnostike SM (mimo experimentálnych)

Lepšiu kontrastnú a priestorovú rezolúciu v porovnaní s konvenčnými T2vo, FLAIR a T1vo umožňuje 1-milimetrové izotropné zobrazenie pomocou 3D FLAIR a 3D T1 MPRAGE (magnetization-prepared rapid gradient-echo) (obrázok 1). Významným pokrokom je používanie 3T MR (Wattjes; Barkhof, 2009). Izotropná MPR má vyššiu senzitivitu pre záchyt nových hyperintenzívnych lézií a drobných postkontrastne sa sýtiacich lézií. Pri SM dochádza ku globálnemu postihnutiu mozgu, jeho bielej (BH) aj SH. SH je postihnutá v 60% a na zobrazenie týchto lézií je možné použiť sekvencie double inversion recovery – DIR, simultánne potláčajúce signál BH a likvoru (obrázok 2). Napriek tomu 3D DIR sekvencie odhalia iba 10% lézií a ich použitím reklasifikujeme juxtakortikálne uložené ložiská v BH na čisto kortikálne a zmiešané SH/BH. Kortikálne lézie pritom významne korelujú s prognózou vývoja kognitívneho deficitu a fyzickej invalidity pri SM. Predpokladá sa, že výskyt intrakortikálnych ložísk bude významným kritériom v diagnostike SM (Filippi et al., 2010).

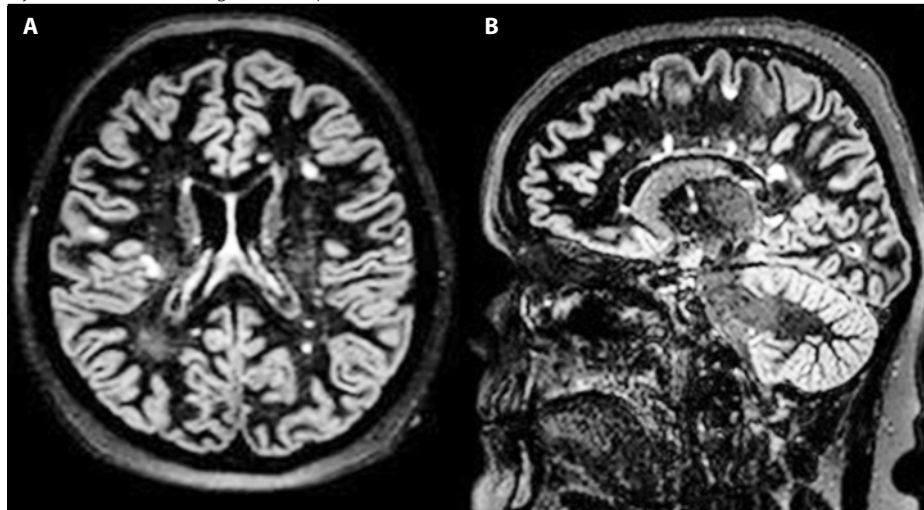
Prínos MR v nových diagnostických kritériách SM z roku 2010 (McDonaldove kritériá 2010)

V súčasnosti sa sústreďuje pozornosť na odhalenie SM v štádiu CIS, kde je dôležitý dôkaz

Obrázok 1. A) koronárna MPR 3D FLAIR sekvencia; B) postkontrastná transverzálna 3D MPRAGE – postihnutie pravého zrakového nervu (retrobulbárna neuritída) (3T Ingenia, Philips, 1 mm vrstva)



Obrázok 2. A) transverzálna MPR; B) sagitálna DIR sekvencia s lepšou vizualizáciou lézií v sivej hmote a juxtakortikálne (3T Ingenia, Philips, 1 mm vrstva)



diseminácie lézií v priestore (DIS) a v čase (DIT) a vylúčenie ochorení s podobným nálezom. Základné kritériá pre klasifikáciu MR typických lézií BH pri SM opísali Paty, et al. (1988), Fazekas, et al. (1988) a Barkhof (1997) s neskoršou modifikáciou podľa Tintoré. McDonaldove kritériá z roku 2001 zahrnuli ako prvé okrem hodnotenia klinického priebehu choroby aj dôkaz DIS a DIT ochorenia pomocou MR. S cieľom zjednodušenia revidovaných McDonaldových kritérií z roku 2005, na základe výsledkov štúdie Swantona (2007) a Roviru (2009), odporučila skupina expertov MAGNIMS kritériá, ktoré sa stali základom **3. revízie McDonaldových kritérií v roku 2010.**

Ide o odporúčanie medzinárodného panelu na diagnostiku SM (IPDMS) u pacientov s CIS podporujúcich diagnózu SM alebo so symptómami zápalového ochorenia CNS (Montalban et al., 2010). V týchto kritériách stačí na splnenie podmienky DIS prítomnosť najmenej jednej T2 lézie v najmenej 2 zo 4 lokalizácií (PV, JK,

PF, miecha). Nezarátavajú sa ložiská v mieche a v mozgovom kmeni, ktoré sú klinicky symptomatické. Na potvrdenie DIT sa vyžaduje súčasná prítomnosť Gd+ a Gd- lézií alebo nová T2 lézia a/alebo jedna Gd+ lézia v akomkoľvek čase od prvého MR (Daňová et al., 2012) (tabuľka 1). Kritériá z roku 2010 výrazne zjednodušili hodnotenie DIS a DIT, a to jednak požadovaným počtom T2 lézií, časovým odstupom kontrolného od prvého vyšetrenia a súčasne tým, že sýtiace sa lézie po podaní k. l. nie sú podmienkou potvrdenia DIS. Nová klasifikácia MR lézií má dostatočne vysokú senzitivitu a špecifitu pre včasnú diagnostiku ochorenia SM po prekonaní prvého klinického ataku. V posledných kritériách bol zároveň zadefinovaný nový termín „rádiologicky izolovaný syndróm“ určený pre klinicky asymptomatických jedincov, u ktorých sa pri MR vyšetrení mozgu z rôznych indikácií (najčastejšie bolesť hlavy) zistili MR nálezy vysoko suspektne z SM. Definitívna diagnóza však nemôže byť stano-

Tabuľka 1. SM – MR kritériá diseminácie lézií v priestore a čase (Montalban et al., 2010)

	McDonald 2001	McDonald 2005	McDonald 2010
DIS	Najmenej 3 zo 4 kritérií	Najmenej 3 zo 4 kritérií	≥ 1 T2 lézia v ≥ 2 zo 4 charakteristických lokalizácií
	≥ 9 T2 lézií alebo ≥ 1 Gd+ lézia	≥ 9 T2 lézií alebo ≥ 1 Gd+ lézia	periventrikulárne
	≥ 3 PV lézie	≥ 3 PV lézie	juxtakortikálne
	≥ 1 JC lézia	≥ 1 JC lézia	zadná jama
	≥ 1 PF lézia	≥ 1 PF lézie alebo miechová lézia	miecha
	1 miechová lézia môže nahradiť 1 léziu v mozgu	Každá miechová lézia môže byť zahrnutá do celkového počtu lézií	Ak má pacient kliniku z mozgového kmeňa alebo miechy, symptomatické lézie sa nerátajú do celkového počtu
DIT	1) ≥ 1 Gd+ lézia, najskôr 3 mesiace po CIS, ale na inom mieste ako pri pôvodnom ataku	1) ≥ 1 Gd+ lézia, ak sa objaví najskôr 3 mesiace po iniciálnom klinickom ataku, ale na inom mieste ako pri pôvodnom ataku	1) súčasná prítomnosť asymptomatických Gd+/i Gd- lézií v akomkoľvek čase
	2) Nová T2 lézia, ak sa objaví najskôr 3 mesiace po CIS	2) Nová T2 lézia, ak sa objaví najskôr 30 dní po CIS	2) Nová T2 a/alebo Gd+ lézia na ďalšej MR bez ohľadu na časový odstup od 1. MR

PV – periventrikulárne; JC – juxtakortikálne; PF – zadná jama; Gd+ – gadolínium zvýraznená lézia; DIS – diseminácia v priestore DIT – diseminácia v čase

vená len na základe MR nálezu a dokonca aj pri pozitívnych evokovaných potenciáloch a likvore, je rozhodujúci u pacienta vývoj neurologických symptómov (Polman et al., 2011).

Monitorovanie ochorenia – od konvenčných k nekonvenčným metódam

Konvenčné techniky MR

Kombináciou hodnotenia klinického priebehu a MR nálezu môžeme identifikovať pacientov s CIS s vysokým rizikom prechodu do CDMS, u ktorých by sa liečba nemala oddialovať. Prognosticky významné je u SM tzv. „lesion load“, počet a objem T2vo/FLAIR lézií pri prvom MR vyšetrení. Riziko prechodu do CDMS je v priemere 10–25%, ak je vstupné MR bez ložísk a riziko 60–80%, ak má vstupné MR 2 a viac ložísk (Fisniku et al., 2008). Vzhľadom na širokú škálu procesov, ktoré sa prejavajú v MR T2 hypersignálom, je však nízka korelácia s klinickým stavom (spomínaný klinicko-rádiologický paradox). Naopak, významné korelácie sa zistili medzi klinickým nálezom a volumetriou T1 hyposignálnych ložísk a meraním atrofie mozgu (buď celkového úbytku alebo výpočtom tzv. Brain Parenchymal Fraction – BPF alebo samostatné určenie objemu SH/BH). Výhodou týchto techník je, že využívajú sekvencie pre diagnostiku, avšak s tenšími rezmi – 1 – 3 mm (Vaněčková et al., 2010). Podľa najnovších prác rýchlosť mozgovej atrofie signifikantne koreluje s progresiou disability (Horáková et Vaněčková, 2012). V meraní atrofie mozgu je prínosom automatická metóda programu SIENA/SIENAX (Minneboo et al., 2012).

Nekonvenčné techniky MR

Postihnutie NAWM má významnejšiu koreláciu s klinickou manifestáciou ochorenia a vznikom kognitívneho deficitu, než celkový počet T2 lézií

v obraze konvenčnej MR. Predpokladá sa, že postihnutie BH je sekundárnym následkom Wallerovej degenerácie, ktorej podliehajú nervové vlákna prechádzajúce veľkými léziami v BH mozgu (Klímová, 2008). Na odhalenie zmien v NAWM sa používajú techniky nekonvenčného MR: MTI, DWI, MR spektroskopia, fMRI a perfúzne MR. Tieto techniky sú časovo náročné (celkovo viac ako 1 hod.), čo je aj z hľadiska pacienta a jeho komfortu náročné. Ďalšou nevýhodou je ekonomická náročnosť a samotné vyhodnotenie nálezov. Preto sú vo svete zatiaľ viac používané experimentálne a ich význam pre klinickú prax zostáva otáznym.

Zobrazenie MR s magnetizačným transferom (MTI) využíva rozdiel v šírke pásma rezonančných frekvencií voľných (tkanivovej tekutiny) a viazaných (myelín) protónov, saturáciou viazaných protónov. Magnetization Transfer Ratio (MTR) vyjadruje stupeň rýchlosti ich výmeny. V akútnych aj v chronických léziách dochádza k poklesu MTR. Najväčším prínosom metodiky napriek nešpecifite poklesu MTR je korelát medzi poklesom MTR a percentom reziduálnych axónov i stupňom demyelinizácie. MTR by mohol byť využitý ako prognostický marker v monitorovaní liečby SM, keďže je odlišné MTR v remyelinizovaných léziách, v NAWM a v plakoch. Pri remyelinizácii sa tvorí novoformovaný „redší“ myelín s odlišným MTR oproti NAWM a plakom. V hyposignálnom ložisku v T1vo- black hole- je MTR nižšie ako v ložisku s izosignálom v T1vo. Centrálna časť v prstencovito enhancujúcom ložisku má nižšie MTR ako s homogénnym enhancementom a plaky majú nižšie MTR ako edém v ich okolí. V diferenciálnej diagnostike SM a ischemických zmien majú plaky nižšie MTR. Problémom zostáva reprodukovateľnosť vyšetrenia, keďže zmeny MTR nemusia odrážať len zmeny v tkanivách, ale závisia aj od parametrov sekvencie a typu MR prístroja (Ge, 2006).

Zobrazenie s **difúznym tensorom (DTI)** informuje o zmene integrity tkaniva, o strate tkanivovej anizotropie. V T2 hyper- a v T1 hyposignálnych léziách, kde došlo k ireverzibilnému postihnutiu a strate axónov, sa zachytávajú výrazné abnormality DTI. Táto metodika má nevýhodu v tom, že ložísk detegovaných na DTI môžu mať rozdielny pôvod (podobne ako hypersignálne lézie na T2 a FLAIR).

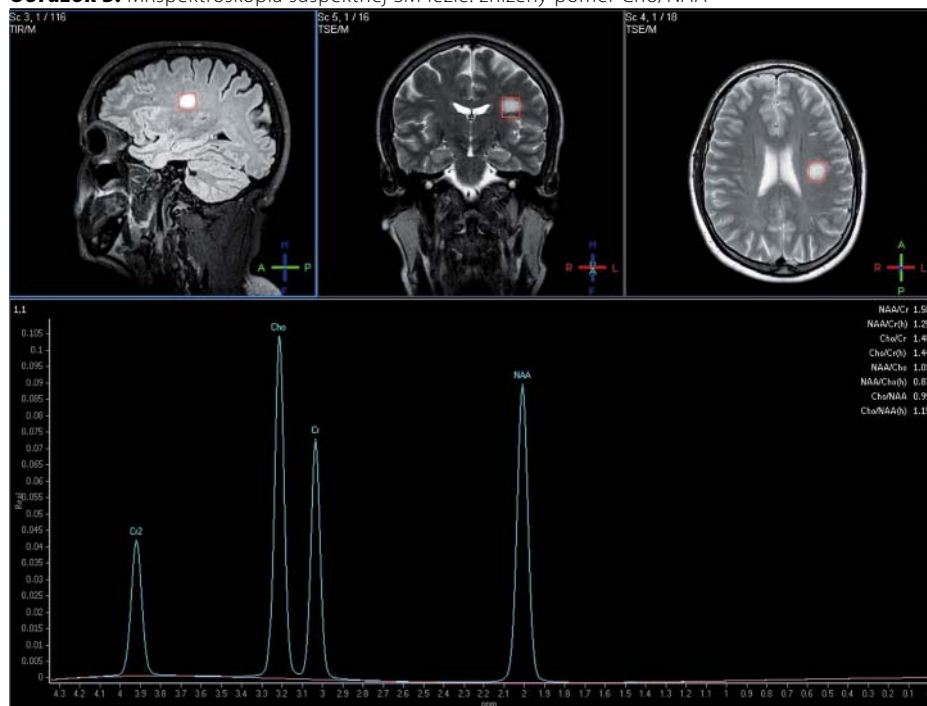
MR spektroskopia (MRS) meraním rôznych metabolitov umožňuje hodnotenie poškodenia axónov alebo deštrukciu myelínu a remyelinizáciu. Používa sa vodíková MRS (1H-MRS), pričom N-acetylaspartat (NAA) a jeho pokles je spojený s axonálne-neuronálnym poškodením. Zvýšená hladina cholínu zodpovedá deštrukcii myelínu a remyelinizácii. Zvýšená koncentrácia myoinositolu svedčí pre gliálnu proliferáciu a astroglóziu. Akútny plak sa prejaví znížením obsahu NAA a vzrastom cholínu a voľných lipidov (obrázok 3).

Perfúzia (PWI) zobrazuje lokálne zmeny v prekrvení. V klinickej praxi umožňuje merať kapilárnu perfúziu, pričom pri SM je možný vzťah medzi regionálnymi zmenami perfúzie a neuropsychologickým postihnutím.

Relaxometria. Pri SM sa predpokladá, že príčinou depozít Fe v SH je neurodegenerácia. Ich korelátom sú hyposignálne zmeny v SH v T2vo, a to v oblasti globus pallidus, putamen, nucleus caudatus, substantia nigra, nucleus ruber a thalame.

Pomocou **Susceptibility weighted imaging (SWI)** metodiky detegujeme prítomnosť Fe v chronických plakoch na 1, 5 T prístrojoch.

Funkčná MR (fMRI) lokalizuje oblasti mozgu, ktoré sa zúčastňujú na realizácii určitej jej funkcie, pričom najčastejšie sa používa technika, ktorá využíva hemoglobín v erytrocytoch ako endogénnu k. I. fMRI ukazuje hemodynamickú koreláciu neuronálnej aktivity a adaptačné mechanizmy mozgu v zmysle kortikálnej reorganizácie (Filippi et al., 2011).

Obrázok 3. MRspektroskopia suspektnej SM lézie: znížený pomer Cho/NAA

Štandardizovaný MR protokol a popis MR nálezu pri SM

Náročný proces diagnostiky SM sa opiera o dôkaz diseminácie ochorenia v priestore a v čase klinickými, paraklinickými alebo laboratórnymi vyšetreniami pri vylúčení iných neurologických ochorení, ktoré môžu byť svojím klinickým priebehom a rádiologickým nálezom SM veľmi podobné. Pre minimalizáciu omylov v MR diagnostike SM je nevyhnutné používanie štandardizovaných MR protokolov (diagnostických a monitorovacích), štandardizovaných MR popisov s primeraným záverom, použitie McDonaldových kritérií (2010) a v neposlednom rade je dôležitá interdisciplinárna spolupráca, vzdelávanie a komunikácia. Na Slovensku je Slovenskou rádiologickou spoločnosťou odporúčaný štandardizovaný protokol MR vyšetrenia pre prístroje so silou 1,5 T a 3 T a je záväzný pre všetky MR pracoviská vykonávajúce monitorujúce vyšetrenia pri diagnóze SM.

Štandardizovaný MR protokol pre SM

Odporúča sa vyšetrenie na najmenej 1 T a viac T MR zariadení:

- konvenčné MR (2D)
 - 3-krát lokalizačný sken so zaistením rovnakej repozície hlavy pri opakovaných vyšetreniach
 - Sagitálne FLAIR (prípadne PD/T2 aj so zobrazením C chrčtice)
 - Axiálne T2 a FLAIR (prípadne PD/T2) – 3 mm rovnobežne s dolnými okrajmi corpus callosum alebo s líniou dolného okraja hypofýzy a fastigia

- Axiálne postkontrastné T1 (prípadne pred- a postkontrastné T1) – 3 mm (2–10 min. od podania štandardnej dávky k. I. – 0,1 mmol/kg)
- prípadne sagitálne TIRM krčnej chrčtice, pri pozitívnom náleze aj T1 postkontrastne, (DVO – len v prípade dif. dg.)
- 3T MR (prípadne 1,5T s možnosťou 3D FLAIR a T1)
 - 3-krát lokalizačný sken so zaistením rovnakej repozície hlavy pri opakovaných vyšetreniach
 - Sagitálne 3D FLAIR (prípadne DIR) s MPR axiálne 1 mm a 3 mm rovnobežne s dolnými okrajmi corpus callosum alebo s líniou dolného okraja hypofýzy a fastigia
 - Axiálne T2 – 3 mm
 - Axiálne postkontrastné 3D T1 (2–10 min. od podania štandardnej dávky k. I. – 0,1 mmol/kg)

prípadne sagitálne T2vo krčnej chrčtice, pri pozit. náleze aj T1vo postkontrastne, (DVO – len v prípade dif. dg.)

Štandardizovaný popis MR vyšetrenia pre SM zahŕňa použitý protokol, počet (maximálne do 20 ložísk v jednotlivých lokalizáciách) hypersignálnych T2/FLAIR lézií v typických lokalizáciách pre SM (supratentoriálne-juxtakortikálne, periventrikulárne, ostatná biela hmota, infratentoriálne a v mieche), počet a lokalizáciu sýtiacich sa lézií, prítomnosť T1 hyposignálnych lézií, lézií splyvajúcich a vyjadrenie sa k prítomnosti atrofie mozgu. Rádiológ sa v závere aktívne vyjadrí k splneniu/nespĺneniu McDonaldových kritérií 2010 (DIS a DIT), respektíve

porovná dynamiku nálezu oproti predchádzajúcemu MR vyšetreniu a vyjadří sa k aktivite ochorenia v MR obraze. Pre závery MR vyšetrenia je pre rádiológa samozrejme dôležité, aby v žiadanke o MR vyšetrenie bolo uvedené, či ide o CIS, pravdepodobnú SM alebo definitívnu SM, ďalej, či ide o bazálne vyšetrenie alebo o monitoring liečby.

Záver

Dostupnosťou MR sa podstatne zlepšila diagnostika mnohých ochorení CNS vrátane SM. MR bola zahrnutá do diagnostických SM kritérií v roku 2001 (McDonald, 2001) a posledná revízia z roku 2010 výrazne zjednodušila proces diagnostiky SM. SM postihuje globálne celý CNS a typické nálezy v BH pri konvenčnom MR vyšetrení predstavujú iba „špičku ľadovca“. Omnoho závažnejšie je difúzne postihnutie bielej i sivej hmoty, ktoré zostáva pri tomto type MR zobrazenia skryté. Nekonenčné MR techniky, ktoré môžu rozsah zmien odhaliť, sú v súčasnosti používané prevažne experimentálne a ich prínos pre klinickú prax nie je jednoznačný. Senzitivitu konvenčného vyšetrenia MR môžeme zvýšiť zaradením sekvencie DIR a izotropným vyšetrením 3D FLAIR a 3D T1. Štandardizované diagnostické protokoly by v budúcnosti mali obšiahnuť kombináciu oboch techník, čo umožní lepšiu predikciu klinickej závažnosti ochorenia ako i responzivnosti na terapiu.

Literatúra

1. Barkhof F, Filippi M, Miller DH, Scheltens P, Campi A, Polman CH, et al. Comparison of MRI criteria at first presentation to predict conversion to clinically definite multiple sclerosis. *Brain*. 1997; 120: 2059–2069.
2. Daňová M, Klímová E, Belan V. MR kritéria sclerosis multiplex – McDonald 2010. *Slov. radiol.* 2012; 19(2): 17–21.
3. Fazekas F, Offenbacher H, Fuchs S, Schmidt R, Niederkorn K, Horner S, Lechner H. Criteria for an increased specificity of MRI interpretation in elderly subjects with suspected multiple sclerosis. *Neurology*. 1988; 38: 1822–1825.
4. Filippi M, Rocca MA, Calabrese M, Sormani MP, Rinaldi F, Perini P, Comi G, Gallo P. Intracortical lesions. Relevance for new MRI diagnostic criteria for multiple sclerosis. *Neurology*. 2010; 75: 1988–1994.
5. Filippi M, Rocca MA, De Stefano N, Enzinger CH, Fisher E, Horsfield M, Inglese M, Pelletier D, Comi G. Magnetic Resonance Techniques in Multiple Sclerosis. *Arch Neurol.* 2011; 68(12): 1514–1520.
6. Fisniku LK, Brex PA, Altmann DR, Miszkal KA, Benton CE, Lanyon R, Thompson AJ, Miller DH. Disability and T2 MRI lesions: a 20-year follow-up of patients with relapse onset of multiple sclerosis. *Brain*. 2008; 131: 808–817.
7. Ge Y. Multiple Sclerosis: The Role of MR Imaging. *Am J Neuroradiol.* June 2006; 27: 1165–1176.
8. Havrdová E. Roztroušená skleróza. *Cesk Slov Neurol N.* 2008; 71/104(2): 121–132.
9. Horáková D, Vaněčková M. Význam magnetické rezonance ve sledování aktivity roztroušené sklerózy – pohled klinického neurologa. *Neurol. praxi.* 2012; 13(6): 320–324.
10. Klímová E. Poruchy kognitívnych funkcií u pacientov so sclerosis multiplex. *Via practica.* 2008; 5(54): 36–41.
11. Lóvblad KO, Anzalone N, Dörfler A, Essig M, Hurwitz B, Kappos L, Lee SK, Filippi M. MR Imaging in Multiple Sclerosis.

sis: Review and Recommendations for Current Practice. Am J Neuroradiology. 2010; 31: 983–989.

12. McDonald WI, Compston A, Edan G, Goodkin D, Hartung HP, Lublin FD, McFarland HF, Paty DW, Polman CH, Reingold SC, Sandberg-Wollheim M, Sibley W, Thompson A, van den Noort S, Weinshenker BY, Wolinsky JS. Recommended diagnostic criteria for multiple sclerosis: guidelines from the International Panel on the diagnosis of multiple sclerosis. Ann Neurol. 2001; 50: 121–127.

13. Minneboo A, Jasperse B, Barkhof F, Uitdehaag BMJ, Knol DL, de Groot V, Polman CH, Castelijns JA. Predicting short-term disability progression in early multiple sclerosis: added value of MRI parameters. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2012; 79: 917–923.

14. Montalban X, Tintore M, Swanton J, Barkhof F, Fazekas F, Filippi M, Frederiksen J, Kappos L, Palace J, Polman C, Rovaris M, de Stefano N, Thompson A, Yousry T, Rovira A, Miller DH. MRI criteria for MS in patients with clinically isolated syndromes. Neurology. 2010; 74: 427–434.

15. Paty DW, Oger JJ, Kastrukoff LF, Hashimoto SA, Hooge JP, Eisen AA, Eisen KA, Purves SJ, Low MD, Brandeis V. MRI in the diagnosis of MS: a prospective study

with comparison of clinical evaluation, evoked potentials, oligoclonal banding and CT. Neurology. 1988; 38: 180–185.

16. Polman CH, Reingold SC, Banwell B, Clanet M, Cohen JA, Filippi M, Fujihara K, Havrdova E, Hutchinson M, Kappos L, Lublin FD, Montalban X, O'Connor P, Sandberg-Wollheim M, Thompson AJ, Waubant E, Weinshenker B, Wolinsky JS. Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2010 revisions to the McDonald criteria. Ann Neurol. 2011; 69: 292–302.

17. Polman CH, Reingold SC, Edan G, Filippi M, Hartung HP, Kappos L, Lublin FD, Metz LM, McFarland HF, O'Connor PW, Sandberg-Wollheim M, Thompson AJ, Weinshenker BG, Wolinsky JS. Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2005 revision to the „McDonald Criteria“. Ann Neurol. 2005; 58: 840–846.

18. Rovira A, Swanton JK, Tintore M, Huerga E, Barkhof F, Filippi M, Frederiksen JL, Langkilde A, Miszkil K, Polman C, Rovaris M, Sastre-Garriga J, Miller D, Montalban X. A Single, Early Magnetic Resonance Imaging Study in the Diagnosis of Multiple Sclerosis. Arch Neurol. 2009; 66(5): 587–592.

19. Swanton JK, Rovira A, Tintore M, Altmann DR, Barkhof F, Filippi M, Huerga E, Miszkil KA, Plant GT, Polman C, Rovaris M, Thompson AJ, Montalban X, Miller DH. MRI criteria for mul-

tiple sclerosis in patients presenting with clinically isolated syndromes: a multicentre retrospective study. Lancet Neurol. 2007; 6: 677–686.

20. Vaněčková M, Seidl Z, Krásenský J, Horáková D, Havrdová E, Němcová J, Daneš. Naše zkušenosti s MR monitorováním pacientů s roztroušenou sklerózou v klinické praxi. Česk Slov Neurol N. 2010; 73/106: 716–720.

21. Wattjes MP, Barkhof F. High field MRI in the diagnosis of multiple sclerosis: high field –high yield? Neuroradiology. 2009; 51: 279–292.

Článek doručen redakci: 31. 8. 2013

Článek přijat k publikaci: 25. 10. 2013

MUDr. Monika Daňová

Pro Magnet, s. r. o.,
magnetická rezonance
FNsP J. A. Reimana
Hollého 14, 081 81 Prešov
danova.mr@gmail.com

