

SOUČASNÉ MOŽNOSTI A VÝZNAM VYŠETŘENÍ MAGNETICKOU REZONANCÍ V DIAGNOSTICE ROZTROUŠENÉ SKLERÓZY MOZKOMÍŠNÍ

MUDr. Věra Feitová

Klinika zobrazovacích metod, Fakultní nemocnice u svaté Anny, Brno

Sclerosis multiplex patří do skupiny zánětlivých onemocnění bílé hmoty. Vedle genetické predispozice se na její manifestaci podílí i vnější faktory. Magnetická rezonance je zobrazovací metoda s vysokou rozlišovací schopností, která odhalí i velmi diskretní patologická ložiska mozku tkane. Práce prezentuje základní metody MR vyšetření i méně časté metody (magnetizační transfer, difuze, MR spektroskopie).

Klíčová slova: sclerosis multiplex, magnetická rezonance, T1 a T2 vážené obrazy.

Úvod

Mozková tkáň je tvořena dvěma základními strukturami. Šedá hmota mozku tvoří kortex a jádra je složena z neuronů. Bílá hmota mozku obsahuje axony neuronů, podpůrné buňky, cévy a mezibuněčný prostor. Skupinu podpůrných buněk tvoří astrocyty a oligodendrocyty. Astrocyty představují nosný a opěrný systém centrální nervové soustavy. Oligodendrocyty produkují myelin. Hlavní složku myelinu tvoří lipidy a bílkoviny. Bílou hmotu mozku lze rozdělit na tři základní oblasti.

1. Juxtakortikální zóna, tzv. U-vláčna jsou axony, které propojují kortex dvou sousedních gyrů.
2. Periventrikulární zóna se nachází v těsné blízkosti postranních komor. Je do ní řazeno i corpus callosum.
3. Paraventrikulární zóna představuje zbylou masu bílé hmoty mezi zónou juxtakortikální a periventrikulární. Protože se tato zóna nachází na „rozvodí“ arteriálního zásobení bílé hmoty a mozku kůry, je velmi citlivá k výskytu patologických procesů cévní etiologie. Naopak zóny juxtakortikální a periventrikulární jsou cévně dobře zásobeny, a proto nejsou k ischemickým infarktům tak náchylné. V těchto oblastech se zejména vyskytují změny zánětlivě demyelinizačního charakteru (1).

Princip magnetické rezonance

Základní zobrazovací metodou pro vyšetření bílé hmoty je magnetická rezonance (MR). Je to neinvazivní metoda založená na magnetických vlastnostech protonů vodíkových jader. Umístěním pacienta do silného magnetického pole dojde k uspořádání těchto protonů rovnoběžně se siločarami vnějšího magnetického pole buďto paralelně, nebo částečně antiparalelně. Takto uspořádané protony v magnetickém poli nejsou v klidu a vykonávají tzv. precesi – rotační pohyb kolem vlastní pomyslné osy připomínající pohyb „dětské káče“. Během vyšetření působí na protony elektromagnetické impulzy, jejichž frekvence musí být shodná s frekvencí precesní. To má za následek absorpci energie a vychýlení protonů z paralelního do antiparalelního postavení. Navíc se jejich precese synchronizuje, protony jsou ve stejné fázi. Jakmile impuls přestane působit, dochází k relaxaci, tj. protony se vrací do původního paralelního postavení a současně dochází k jejich rozfázování. Časová konstanta charakterizující návrat do paralelního postavení bývá označována jako T1 relaxační čas a čas potřebný k zániku synchronizace protonů je T2 relaxační čas. Obecně jsou T1 relaxační časy 2–10 ×

delší než T2 a platí, že tkáň s vysokým obsahem vody mají dlouhé T1 i T2 relaxační časy. Tkáň s vysokým obsahem tuků mají tyto časy krátké. T1 vážené obrazy (T1W) jsou založeny na rozdílu hodnot časů T1 u jednotlivých tkání vyšetřované oblasti. T2 vážené obrazy (T2W) jsou založeny na rozdílu T2 relaxačních časů tkání. Do této skupiny patří i proton-denzitně vážené obrazy, kde rozlišení jednotlivých tkání závisí pouze na hustotě protonů v každé z nich. MR metoda je výrazně senzitivní k odhalení i velmi malých ložisek, často jen o velikosti několika milimetrů. Její nevýhodou je však nízká specifita. V MR obraze tak nelze často rozlišit demyelinizační onemocnění od ischemického, zánětlivého, toxického či metabolického poškození. Následkem každé destrukce myelinu dojde k úbytku lipidů a tím ke zvýšené retenci extracelulární tekutiny. Tím se prodlouží T1 a T2 relaxační časy (zdravý myelin se vyznačuje krátkými T1 a T2 relaxačními časy), a to má za následek snížení signálu v T1 vážených obrazech a naopak zvýšení signálu v T2 vážených obrazech. Výhodné je rovněž použití sekvence FLAIR. Jde o upravené T2 vážené obrazy, kde aplikací inverzního pulzu je dosaženo vymizení signálu mozkomíšního moku. Toto se využívá zejména u patologických lézí uložených periventrikulárně, které v klasických T2 vážených obrazech splývají s vysokým signálem mozkomíšního moku. Další výhodou zmíněné sekvence je odlišení patologických ložisek bílé hmoty od rozšířených perivaskulárních Robin-Virchowových prostorů. Tyto prostory vyplněné likvorem komunikují se subarachnoidálním prostorem. V jejich středu se nachází perforátorové tepny, které zásobují hluboké vrstvy bílé hmoty. V běžných T2 vážených obrazech se jeví jako hyperintenzní ložiska. Naopak v sekvenci FLAIR jsou asignální, zatímco demyelinizační ložiska jsou hypersignální.

Při hodnocení nálezů má tedy radiolog k dispozici různé typy obrazů těchto anatomických struktur (T1 a T2 vážené obrazy v různých sekvencích a popřípadě i speciální metody) a jejich srovnání zvyšuje výtěžnost vyšetření.

Sclerosis multiplex

Sclerosis multiplex (SM) patří do skupiny zánětlivých onemocnění bílé hmoty. Etiologie onemocnění stále není zcela jasná. Je zde určitá genetická predispozice (4), na kterou navazuje působení vnějších faktorů – infekčních či toxiko-metabolických. Zejména však svou roli hrají autoimunní mechanismy. Je charakterizována střídáním období relapsů a remisí a může mít progredující průběh s postupně se vy-

výjímčin neurologickým deficitem. Nejčastěji se setkáváme s poruchami čítí, parestéziemi, poruchami hybnosti nebo zraku (optická neuritida). Někdy mohou být první příznaky i velmi atypické, např. epilepsie. Poměrně typická je skutečnost, že počet a lokalizace plaků nekoresponduje s tíží neurologického postižení. Diskrepance mezi klinickým a MR nálezem může být značná. V pozdějších fázích onemocnění se mohou objevit i poruchy kognitivních funkcí (4). Častěji jsou postiženy ženy. Onemocnění se obvykle objevuje ve 3. a 4. dekádě, asi 15 % případů se objeví před dvacátým rokem a 10 % po padesátém roce věku.

Zvláštní typy SM (4)

1. Akutní forma – Marburgův typ. Tato nepříliš častá forma se vyskytuje zejména u mladých pacientů nebo jako terminální fáze u klasického typu SM. Patologickým korelátem je extenzivní destrukce myelinu. Bývá spojena s vysokou mortalitou.

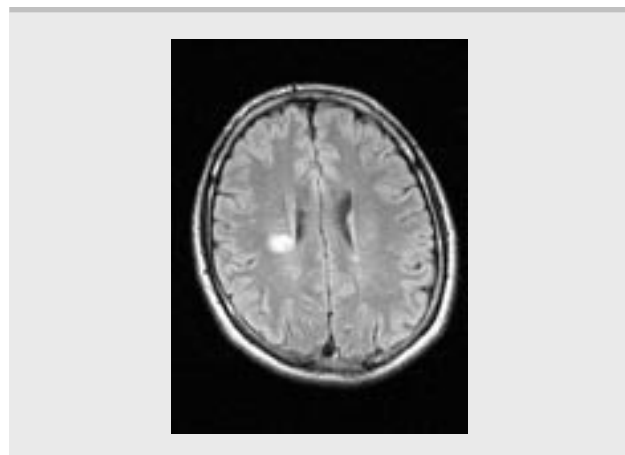
2. Difuzní forma – Schilderův typ. Tato forma se vyznačuje ložiskovou asymetrickou demyelinizací postihující obě hemisféry, mozkový kmen a mozeček.

3. Neuromyelitis optica – Devicův typ. Jde o syndrom akutního nástupu závažné optické a míšní demyelinizace, které se objevují obvykle ve stejnou dobu.

4. Koncentrická skleróza – typ Baló. Je to velmi vzácný typ demyelinizace, při které jsou rozsáhlé oblasti bílé hmoty demyelinizovány a následně remyelinizovány. Postihuje mladé pacienty a vyskytuje se převážně na Filipínách.

Histopatologicky je SM perivenulárním typem demyelinizace. Postižena bývá zejména bílá hmota podél hlubokých medulárních žil, které probíhají kolmo na stěnu postranních komor. To vysvětluje, proč se ložiska objevují v periventrikulárních oblastech a mají příčně protáhlý tvar (tzv. Dawsonovy prsty). V akutní fázi dochází k ložiskové akumulaci lymfocytů a makrofágů v perivenulární bílé hmotě. V subakutní fázi dojde k zánětlivé destrukci myelinového obalu axonů, případně i oligodendrocytů. U závažných forem jsou destruovány i samotné axony. V chronické fázi se hojí afunkční gliovou jizvou, případně parciální remyelinizací, která však není plnohodnotná (1).

Obrázek 1. FLAIR – axiální rovina. Obrázek ukazuje okrouhlý hyperintenzní plak při stropu pravé postranní komory, který je dobře odlišitelný od signálního mozkomíšního moku v komorách.



Obrázek 2. T2WSE – axiální rovina. Hyperintenzní plak v centrum semiovale vpravo.



Obrázek 3. T2WSE – sagitální rovina. Tentýž hyperintenzní plak v centrum semiovale vpravo, hyperintenzní je rovněž mozkomíšní mok v postranní komoře.



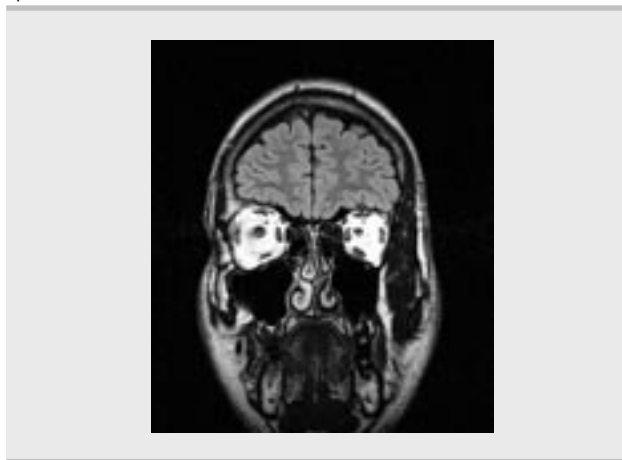
Obrázek 4. T1WSE – sagitální rovina, po aplikaci kontrastní látky intravenózně. Hypointenzní ložisko v centrum semiovale odpovídá staršímu plaku, bez známek vysycování.



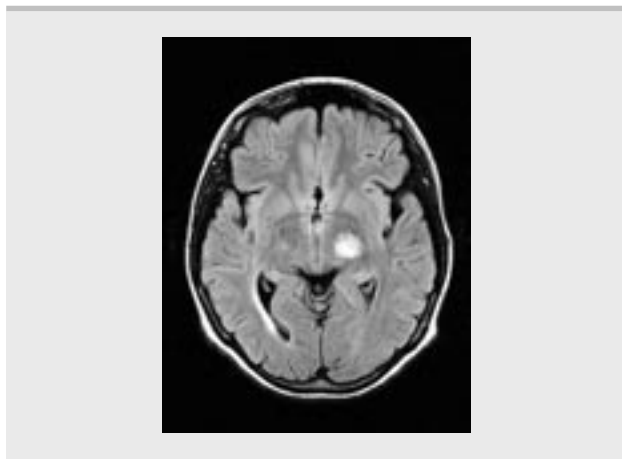
SM v obraze magnetické rezonance

Mezi nejčastější oblasti výskytu demyelinizačních ložisek patří periventrikulární zóna bílé hmoty, corpus callosum a juxtakortikální vrstvy bílé hmoty včetně U-vláken. V zadní jámě bývají často postiženy střední mozečkové pedunkly a pons. U pokročilých stadií mohou být ložiska kdekoliv na intrakraniálních nervových strukturách, a to i v hmotě šedé (mozková kůra obsahuje myelinizovaná vlákna axonů neuronů, které jsou uloženy v zevních vrstvách kortexu) (1). Postižená bývá i bílá hmota míšní, nejčastěji v krčním úseku. Zvláštní formou SM je tumoriformní varianta se známkami expanzivního chování a kolaterálním edémem. V pozdější fázi může dojít k celkové atrofii mozkové. Plaky při SM se v MR obraze jeví jako hyperintenzní ložiska v proton denzitních a T2 vážených obrazech a inverzní sekvenci FLAIR. Někdy mohou mít heterogenní strukturu s hyperintenzním středem a méně hyperintenzním lemem – edémem. V T1 vážených obrazech jsou ložiska méně nápadná až zcela izointenzní s nervovou tkání a tudíž neviditelná. Po aplikaci kontrastní látky intravenózně dochází u čerstvých ložisek v T1 vážených obrazech k plošnému nebo prstencitému sycení, které nemusí být odlišitelné od tumoru či abscesu. Byly dokonce po-

Obrázek 5. FLAIR – koronální rovina. Patrné je celkové zesílení pravého n. opticus.



Obrázek 7. FLAIR – axiální rovina. Hyperintenzní plak se nachází v pyramidové dráze vlevo.



psány případy postkontrastního vysycování mening (4). V průběhu léčby kortikoidy se snižuje velikost ložisek i jejich postkontrastní vysycování. Toho lze využít pro sledování efektu léčby.

Speciální MR techniky

1. Magnetizační transfer (5). Jde o techniku založenou na aplikaci prepulsu, který je předřazen použité sekvenci. Prepuls ovlivňuje vodíkové protony, které jsou součástí tzv. volné a vázané vody v lidské tkáni. Každá se vyznačuje jinou rezonanční frekvencí. Saturací protonů vázané vody se naruší rovnovážný stav a tím se změní výsledný signál. Protože mezi zdravou a patologickou tkání je rozdíl v podílu volné a vázané vody, dochází ke zvýraznění patologických ložisek. Dle McDonalda (2) T2 vážené obrazy jen málo korelují s klinickým obrazem, protože zobrazí všechna ložiska. Užitím magnetizačního transferu se zobrazují aktivní ložiska přibližně do stáří 6 měsíců. Toto zhruba souhlasí s enhancementem při použití kontrastní látky.

2. Difúzně vážené MR obrazy (3). Tato speciální technika pracuje s rychlými echoplanárními sekvencemi. Metoda je založena na náhodném pohybu molekul vody uvnitř buněk jednotlivých tkání. Molekuly se navzájem setkávají

Obrázek 6. T2WSE – sagitální rovina. Zesílení n. opticus v celém jeho průběhu.



Obrázek 8. T2WSE – koronální rovina. Hyperintenzní plak v kaudální části pyramidové dráhy vlevo, nápadně hyperintenzní je průběh celé pyramidové dráhy vpravo – valériánská degenerace.



a rovněž přechází přes buněčné membrány do mezibuněčného prostoru. Při různých patologických dějích je tento pohyb omezen až zastaven, a to je příčinou změny signálu, který se na MR obrazech projeví jako hyperintenzní ložisko. Byly pozorovány případy, kdy na difuzně vážených obrazech se demyelinizační ložiska objevila mnohem dříve než v klasických T2 vážených obrazech.

3. MR spektroskopie. Zaznamenává některé metabolity mozkové tkáně obsahující vodíkové protony, např. laktát (Lac), N-acetylasparát (NAA), cholin (Cho), kreatin (Cr). Při patologických procesech se mění množství těchto metabolitů i jejich vzájemné poměry. Při SM bylo pozorováno snížení NAA/Cr a zvýšení Cho/Cr. Tato technika však vyžaduje speciální vybavení pracoviš-

tě. V běžné praxi se nepoužívá, slouží spíše k výzkumným účelům.

Závěr

Senzitivita MR v diagnostice roztroušené sklerózy je vysoká (kolem 90 %), specifita je výrazně nižší (do 75 %). Konečnou diagnózu SM je však možné stanovit teprve v korelaci s klinickým, laboratorním a elektrofyziologickým nálezem (1). CT vyšetření má nesrovnatelně nižší senzitivitu a specifitu a v dnešní době prakticky nemá opodstatnění. Diferenciální diagnostika SM zahrnuje zánětlivá infekční onemocnění (neuroborrelióza, ADEM), ischemické změny bílé hmoty, tumory, abscesy a perivaskulární Robin-Virchowovy prostory.

Literatura

1. Černoch Z, et al. Neuroradiologie. Hradec Králové: Nucleus HK 2000: 383–397.
2. McDonald WI, Miller DH, Thompson AJ. Are magnetic resonance findings predictive of clinical outcome in therapeutic trials in multiple sclerosis: The dilemma of interferon beta. *Ann Neurol* 1994; 36: 14–18.
3. Rinck A, Peter. Magnetic Resonance in Medicine. The Basic Textbook of the European Magnetic Resonance Forum – 3rd edition. Blackwell Scientific Publications 1993: 148–149.
4. Scott W. Atlas. Magnetic Resonance Imaging of the Brain and Spine – 2nd edition. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers 1996: 654–674.
5. Seidl Z, Obenberger J, Daneš J, Viták T, Krásenský J, Belšan T. Využití magnetizačního transferu při zobrazování magnetickou rezonancí v CNS. *Česká radiologie* 1997; 4: 223–226.