

přehledový článek

Role MR v akutním zobrazování mozku

Role of MRI in acute brain imaging

Radka Dvořáková, Jiří Jandura, Pavel Ryška

Radiologická klinika FN a LF Hradec Králové

Hlavní stanovisko práce

MR představuje v některých případech výhodnou alternativu CT při akutním zobrazování mozku.

SOUHRN

Dvořáková R, Jandura J, Ryška P. Role MR v akutním zobrazování mozku

Zobrazovací metody představují nedílnou součást akutní medicíny. V emergentním zobrazování mozku se pro své výhody nejčastěji uplatňuje CT. Se zvyšující se dostupností MR přístrojů představuje MR v indikovaných případech výhodnou alternativu CT. Volbu zobrazovací metody je nutné volit ve spolupráci klinika a radiologa s ohledem na očekávaný přínos a klinický stav pacienta. Článek popisuje některé stavy a skutečnosti, kdy je s výhodou upřednostnit MR před CT.

Klíčová slova: akutní zobrazování, magnetická rezonance, mozek.

Major statement

MRI is in some cases an advantageous alternative to CT in acute brain imaging.

SUMMARY

Dvořáková R, Jandura J, Ryška P. Role of MRI in acute brain imaging

Imaging methods are an integral part of acute medicine. In emergent brain imaging, CT is most often used for its benefits. With the increasing availability of MRI devices, MRI is the preferred alternative to CT in the indicated cases. The choice of imaging method must be chosen in collaboration with the clinic and radiologist with respect to the expected benefit and clinical status of the patient. The paper describes some indications and facts where it is preferable in favor of MRI over CT.

Key words: urgent imaging, magnetic resonance, brain.

Přijato: 15. 9. 2019.

Korespondenční adresa:

MUDr. Radka Dvořáková
Radiologická klinika FN
Sokolská 581, 500 05 Hradec Králové
e-mail: radka.dvorakova@fnhk.cz

Konflikt zájmů: žádný.

ÚVOD

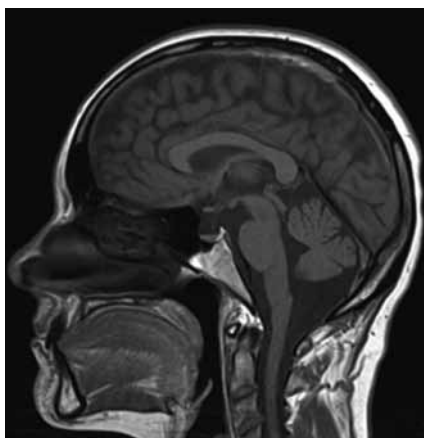
Zatímco v emergentním zobrazování páteřního kanálu má MR poměrně jasné vymezenou roli v diagnostickém algoritmu, v oblasti akutního zobrazování mozku je její postavení nejednoznačné (1). Neexistují jasné vymezená kritéria statimových indikací radiologickými společnostmi. Akutní indikace jsou často řešeny na lokální úrovni v závislosti na dostupnosti přístrojového vybavení a erudovaného personálu. Dominantní zobrazovací metodu mozku v urgentní medicíně představuje CT, a to pro svoji dostupnost, rychlost a jednoduchost provedení, zásadní postavení má v traumatických indikacích. I přes významně nižší tkáňový kontrast v porovnání s MR poskytuje CT v těchto situacích většinou

dostatečnou diagnostickou informaci pro další léčbu pacienta. Často se jedná o pacienty ve špatném klinickém stavu s omezenou možností spolupráce, kde je s výhodou zhotovení nejrychlejšího a na spolupráci nejméně náročného zobrazení (2). Nezřídka je užitečný kontakt s pacientem obtížný a nejsou dostupné dostatečné anamnestické údaje, které by bezpečně vyloučily případné kontraindikace provedení MR (3). Akutní MR by měla být zhotovena v případech, kdy CT selhává či neposkytuje dostatečnou diagnostickou informaci pro bezprostředně navazující terapii. Zobrazení MR by mělo být nadřazeno CT i u skupiny pacientů s náhlým neurologickým stavem, u kterých musíme zvýšeně dbát na radiační ochranu, tedy u dětí a mladých dospělých (2, 4).

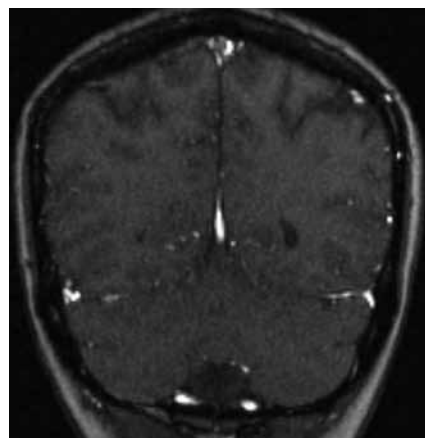
PROTOKOL A POSTUP ZOBRAZOVÁNÍ

Hlavní nevýhodou MR je dlouhá doba vyšetření, a to nejen samotného zobrazování, ale i přípravy pacienta s jeho uložením do přístroje. U pacientů ve špatném klinickém stavu s nutností monitorace, kontinuální infuzní terapie či intubace je nutné zajistit připojení všech přístrojů na MR kompatibilní. Riziko představuje i větší počet zdravotnického personálu pečujícího o pacienta a běžně nepracujícího na MR. Je třeba dbát zvýšené pozornosti, aby do místnosti s MR přístrojem nevstoupil někdo s kovovým materiálem, který by mohl ohrozit zdraví pacienta či personálu a způsobit poškození MR přístroje (2). Základní zobrazovací protokol MR mozku trvá zhruba 15 minut a zahrnuje sekvenci v sagitální rovině v T1 vážení a sekvence v axiální rovině typu T2 vážené, fluid attenuated inversion recovery (FLAIR), difúzně váženou sekvenci (DWI), a to včetně vypočítaných map aparentního difúzního koeficientu (ADC), a sekvenci k detekci případné hemoragie – T2 váženou gradientní sekvenci (T2 GRE) nebo susceptibilně vážené zobrazení (SWI) (5). Další roviny a sekvence jsou doplňovány v závislosti na klinických obtížích pacienta a nálezů na základních sekvencích a zákonitě prodlužují dobu vyšetření. Pokud je to nutné, aplikujeme kontrastní látku intravenózně a následně zhotovujeme sekvence v T1 vážení, včetně izotropní 3D sekvence (MP – RAGE) s multiplanárními rekonstrukcemi (MPR) ve třech rovinách (5), která slouží i pro neuro-navigaci u chirurgicky řešitelných lézí. V případě patologie obsahující nativně hyperintenzní složku na T1 vážených obrazech (např. krvácení) je s výhodou zhotovení identické sekvence před a po podání kontrastní látky, to nám umožňuje vytvořit subtrahovaný obraz a bezpečně posoudit případnou postkontrastní opacifikaci léze. Výhodou MR je zobrazení tepen a žil bez použití kontrastních látek – time of flight angiografie (TOF MRA) či metodou fázového kontrastu (PC MRA). V případě ischemické centrální mozkové příhody (iCMP) umožňuje MR perfuzní zobrazení. U pacientů ve vážném stavu bychom se měli snažit o úsporné a rychlé zobrazení, bez zbytečného doplňování dalších sekvencí, které nevedou k upřesnění a stanovení

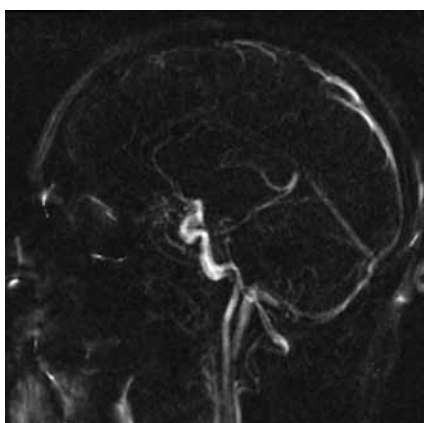
1a



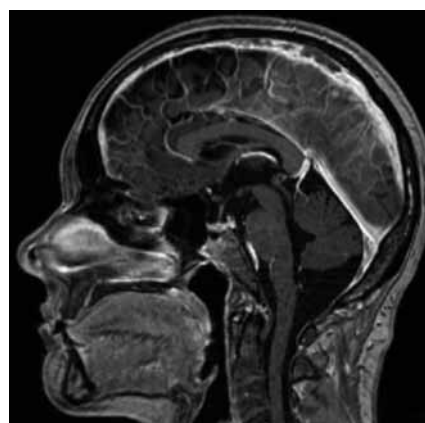
1b



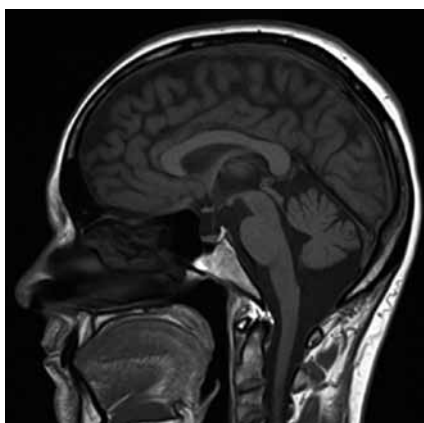
1c



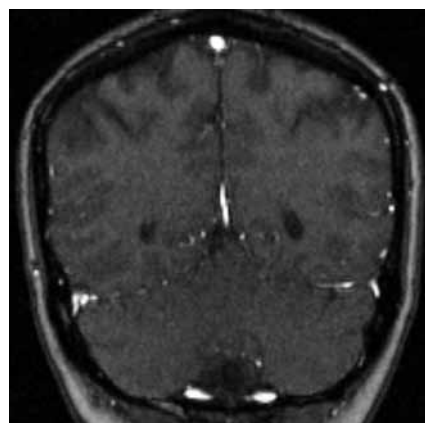
1d



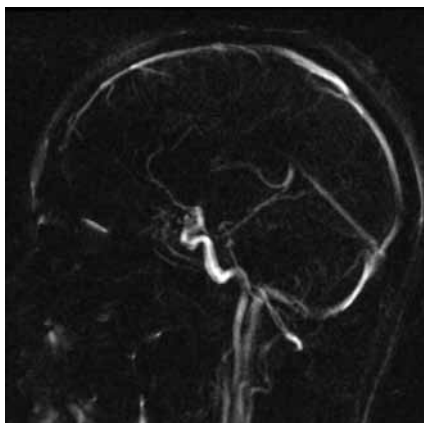
1e



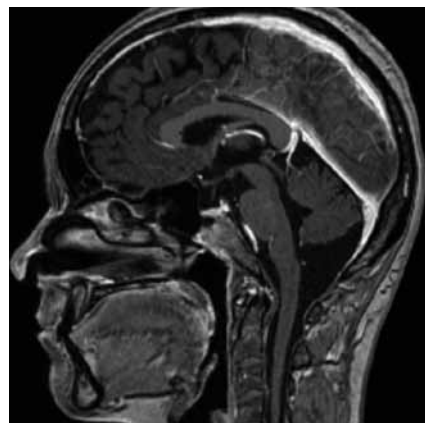
1f



1g



1h



1 Parciální trombóza sagitálního sinu: (a–d) vstupní MR vyšetření – (a) nativní T1 vážená sekvence v sagitální rovině; (b) 2D TOF venografie v koronální rovině; (c) PC venografie v sagitální rovině; (d) postkontrastní T1 MPR sekvence v sagitální rovině; (e–h) kontrolní MR vyšetření po terapii s rekanalizací splavu – (e) nativní T1 vážená sekvence v sagitální rovině; (f) 2D TOF venografie v koronální rovině; (g) PC venografie v sagitální rovině; (h) postkontrastní T1 MPR sekvence v sagitální rovině

Partial thrombosis of sagittal sinus:

(a–d) initial MRI examination – (a) native T1 weighted image in sagittal plane; (b) 2D TOF venography maximum intensity projection (MIP) in coronal plane; (c) PC venography in sagittal plane; (d) postcontrast T1 MPR image in sagittal plane; (e–h) follow up MRI examination after recanalization therapy – (e) native T1 weighted image in sagittal plane; (f) 2D TOF venography in coronal plane; (g) PC venography in sagittal plane; (h) postcontrast T1 MPR image in sagittal plane

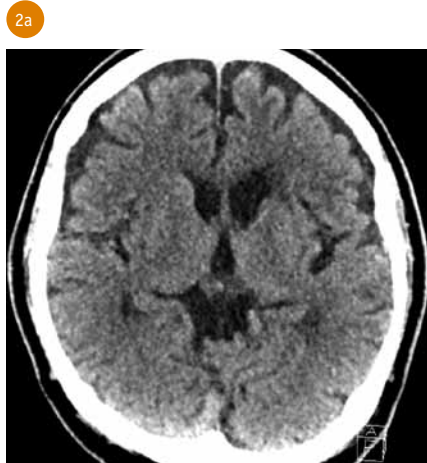
diagnózy (2). V případě špatné spolupracujících pacientů je s výhodou využití technik redukujících artefakty z pohybu a/nebo zrychlujících vyšetření. Techniky

typu „Fast“ umožňují zkrácení doby základního protokolu o více než polovinu a zvláště u dětí redukují nutnost sedace či anestezie během vyšetření. Jejich nevýhodou je nižší rozlišení a kontrast v porovnání se standardními sekvencemi, to způsobuje horší diferenciaci mezi šedou a bílou hmotou a znesnadňuje detekci malých lézí. U těchto sekvencí je i problematická detekce hemoragie. Další možnost jak redukovat pohybové artefakty představují sekvence typu PROPELLER (Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines with Enhanced Reconstruction) využívající oversamplingu (převzorkování) K-prostoru. Použití těchto sekvencí nezkrátí dobu vyšetření, ale tyto sekvence poskytují rozlišení a kontrast srovnatelný se standardními sekvencemi. Kromě délky akvizičního času je jejich nevýhodou i skutečnost, že zvyšují specifickou absorpční hodnotu (SAR) (4).

TROMBÓZA SPLAVŮ

Trombózu mozkových splavů můžeme bezpečně diagnostikovat na CT i MR

venografii. Častěji postiženou skupinou pacientů jsou mladé ženy a rizikovým faktorem je mimo jiné šestinedělí a těhotenství (6). U dětí a mladých dospělých by při podezření na trombózu splavů měla být v diagnostice upřednostněna metoda s absencí ionizujícího záření, tedy MR, ta umožňuje kromě detekce samotné trombózy i detailnější zobrazení souvisejících změn v mozkové tkáni. Vizualizace mozkových splavů na MR je možná více technikami, s aplikací kontrastní látky intravenózně (kontrastní MR venografie) či bez ní (PC a TOF MR venografie) (5) (obr. 1). Každá z metod má své výhody a nevýhody a je ji nutné korelovat se standardními sekvencemi. Průchodný splav se na konvenčních sekvencích prezentuje jako flow void (tok), nejlépe patrný v rovinách kolmých na směr toku krve (8). Přítomnost trombu způsobí absenci flow voidu a alteraci signálu splavu. Signál trombu na standardních sekvencích v T1 a T2 vážení je dán jeho stářím a je ovlivněn paramagnetickým efektem degradačních produktů hemoglobinu v trombu. V akutní fázi může signál trombu imitovat flow void a vytvářet tak



2 Hyperakutní ischemie v povodí a. cerebri media vlevo: (a) vstupní CT vyšetření s negativním nálezem; (b–d) bezprostředně na vstupní CT navazující MR vyšetření s negativním nálezem na sekvenci FLAIR a průkaznou oblastí restrikce difuze na sekvenci DWI – (b) sekvence FLAIR v axiální rovině; (c) sekvence DWI v axiální rovině; (d) ADC mapa; (e) kontrolní CT za 4 dny s průkazem dokonané ischemie

Hyperacute infarction in the left middle cerebral artery territory: (a) initial CT scan with negative finding; (b–d) MRI examination immediately after CT with negative findings on FLAIR sequence and a significant area of diffusion restriction on the DWI – (b) FLAIR image in axial plane; (c) DWI image in axial plane; (d) ADC map; (e) follow up CT in 4 days with infarction

3a



3b



3c



3d



3e



3

Akutní ischemie v pravé části pontu:

(a) vstupní CT s negativním nálezem; (b–d) MR vyšetření 4 hodiny po vstupním CT s průkaznou čerstvou ischemií – (b) sekvence v T2 vážení v axiální rovině; (c) sekvence DWI a axiální rovině; (d) ADC mapa; (e) kontrolní CT vyšetření za 4 dny s diskretní hypodenzitou v pontu

Acute infarction in pons cerebri:

(a) initial CT scan with negative finding; (b–d) MRI examination 4 hours after CT scan with acute infarction in pons – (b) T2 weighted image in axial plane; (c) DWI image in axial plane; (d) ADC map; (e) follow up CT scan in 4 days with discrete hypodensity in pons

falešně negativní nález, naopak alterace signálu může být dána i pouze pomalým tokem a hypoplastickým splavem (7). Výhodou nekontrastní venografie je bezesporu zobrazení splavů bez nutnosti aplikovat kontrastní látku intravenózně, limitací je však náchylnost k artefaktům z toku, které mohou vést k falešně pozitivním nálezům (8). Naopak falešně negativní nález u TOF MRA může způsobit hyperintenzní signál methemoglobinu v trombu (6). Kontrastní MR venografie umožňuje lepší vizualizaci malých cév (7) a je méně náchylná k artefaktům z pomalého nebo turbulentního toku, může být potenciálně falešně negativní při chronických trombózách s postkontrastně se opacifikujícím trombem (7, 8). Při diagnostických rozpacích je s výhodou kombinovat jednotlivé metody MR venografie, vždy ale s ohledem na kontraindikace podání kontrastní látky intravenózně. Diagnostický problém může působit i variantní uspořádání splavů či jejich hypoplazie nebo atrezie a fyziologické defekty v náplni splavů (arachnoidální granulace, septa) (7).

CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA (CMP)

U CMP významně ovlivňuje prognózu pacienta včasná diagnóza a terapie (9–11). Primární úlohou zobrazovacích metod je vyloučit jinou příčinu obtíží a rozlišit hemoragickou a ischemickou CMP. U ischemické CMP je úkolem odhalit známky časně ischemie, rozlišit dokonaný infarkt od potenciálně zachranné hypoperfundované tkáně (penumbra) a identifikovat případný uzávěr tepny způsobující CMP, u hemoragické CMP prokázat případný zdroj krvácení (př. aneurysma, cévní malformace). Pro svoji dostupnost, jednoduchost a rychlost provedení, snadnější monitoraci pacienta a relativní absenci kontraindikací je i přes své limity nejčastěji používanou zobrazovací metodou CT (9, 11). V detekci akutní hemoragie jsou CT a MR srovnatelné, výtěžnost MR zvýšily sekvence typu SWI a GRE. MR je díky difúzně váženým obrazům signifikantně senzitivnější k detekci akutní ischemie než CT (9, 10) (obr. 2). CT i MR umožňují

srovnatelné zobrazení intrakraniálních tepen a perfúzní zobrazení. Nevýhodou CT angiografie a perfúze je nutnost aplikace jodové kontrastní látky intravenózně se známými riziky jejích nežádoucích účinků (10). MR umožňuje zobrazení intrakraniálních tepen bezkontrastní technikou typu TOF či s podáním kontrastní látky intravenózně (5). MR perfúze se standardně provádí s podáním kontrastní látky intravenózně, příslibem do budoucna je bezkontrastní perfúzní zobrazení typu arterial spin labeling (ASL), její využitelnost je však omezená na stroje s vyšší intenzitou pole (3 T), při nižších intenzitách je limitací délka akvizice (12, 13). Z časného provedení MR profitují zejména pacienti s malým infarktem v zadní jámě lebni a s tranzitorní ischemickou atakou (TIA), kdy je CT často negativní a MR bezpečně identifikuje čerstvé ischemické změny, to umožňuje nastavení terapie s cílem zabránit dalšímu ischemickému inzultu (14, 15) (obr. 3).

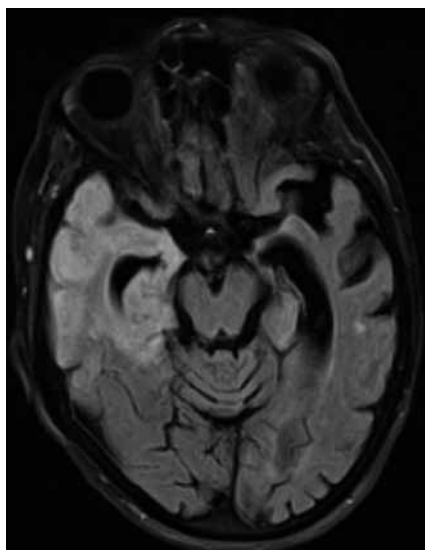
ZÁNĚTY – MENINGOENCEFALITIDA

Akutní indikace MR v případě zánětu je do jisté míry kontroverzní. Na jedné straně panuje názor, že zánětlivé postižení by mělo být klinickou diagnózou potvrzenou nálezem v likvoru, s předcházejícím provedením CT mozku k vyloučení případných kontraindikací lumbální punkce, a MR by pak měla být doplněna následně časně, ale ne akutně v rámci sledování léčby. Na druhé straně může být někdy klinický a laboratorní nález nejednoznačný a protizánětlivá terapie s sebou nese rizika nežádoucích účinků. V těchto případech potvrzení nálezu zánětu na akutním zobrazení dovoluje klinikovi agresivnější terapii (1). Zobrazovací metody kromě potvrzení samotného zánětu umožňují i posouzení případných predisponujících faktorů zánětu (trauma, sinusitida, mastoiditida) a odhalení komplikací (hydrocefalus, empyém, infarkt, absces, ventrikulitida) (16). MR je senzitivnější metodou než CT, a to nejen v hodnocení časných známek samotného postižení meningů či mozkové tkáně, ale i při posuzování komplikací (16, 17). Absence artefaktů od skeletu umožňuje MR lepší zobrazení malých extraaxiálních tekutinových kolekcí a změn mozku v blízkosti skeletu kalvy, například v případě herpetické encefalitidy, která typicky postihuje temporální laloky, frontobazální oblasti a oblasti inzuly (17, 18) (obr. 4). Postižení meningů zejména v časně fázi je nejlépe diagnostikovatelné na postkontrastní FLAIR sekvenci, která je senzitivnější než postkontrastní zobrazení v T1 vážení pro lepší rozlišení opacifikujících se meningů od opacifikujících se kortikálních žil (17) (obr. 5).

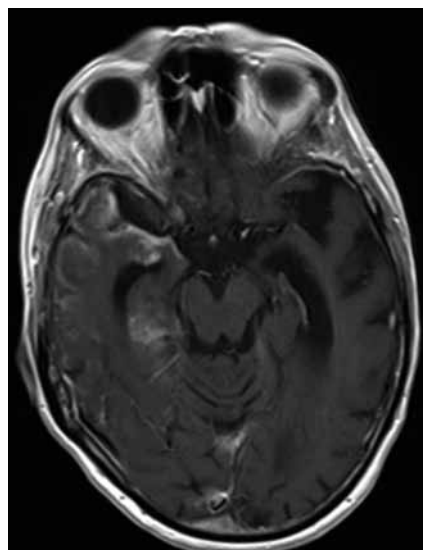
ABSCES

Pacienti s mozkovým abscesem profitují z časněho intervenčního zásahu, pro svoji minimální invazivitu je metodou léčby aspirace abscesu (19). MR se významně uplatňuje v diagnostice abscesu a mělo by se indikovat akutně, má vysokou senzitivitu a specificitu zejména díky difúzně váženým obrazům. Průkaz homogenní restrikce difúze obsahu v prstenčité postkontrastně se opacifikující lézi potvrzuje diagnózu bakteriálního abscesu a rozhoduje

4a



4b



4 Herpetická meningoencefalitida: (a) sekvence FLAIR v axiální rovině; (b) postkontrastní T1 vážená sekvence spinového echa (SE) v axiální rovině
Herpetic meningoencephalitis: (a) FLAIR image in axial plane; (b) postcontrast T1 weighted image spin echo (SE) in axial plane

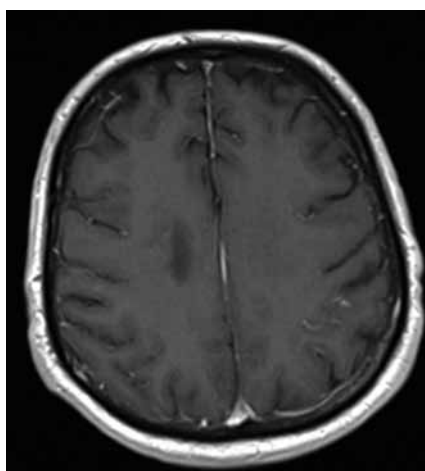
o časné navazující terapii (19, 20) (obr. 6 a 7).

AKUTNÍ STAVY V PEDIATRII

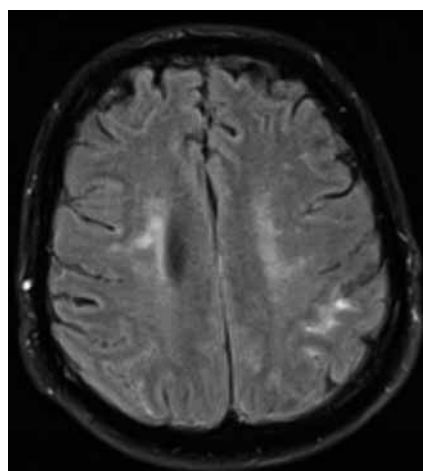
Děti představují skupinu pacientů, u které musíme zvláště opatrně indikovat CT vyšetření s ohledem na nežádoucí účinky ionizujícího záření. MR by měla mít v akutních netraumatických neurologických stavech přednost před CT, zvláště u skupiny dětí, které jsou schopné podstoupit MR vyšetření bez nutnosti

sedace, nebo naopak u těch, které vyžadují sedaci jak při CT, tak při MR vyšetření (2) (obr. 8 a 9). Relativně problematická je indikace vyšetření dětí, které vyžadují sedaci během MR vyšetření, ale CT vyšetření by mohly absolvovat bez ní. Redukovat potřebu sedace na MR můžeme použitím sekvencí snižujících artefakty z pohybu nebo urychlujících vyšetření, to však s sebou přináší ovlivnění kvality zobrazení. Sekvence typu Fast jsou prokazatelně dostačující například při podezření na malfunkci shuntu ventrikuloperitoneální drenáže

5a

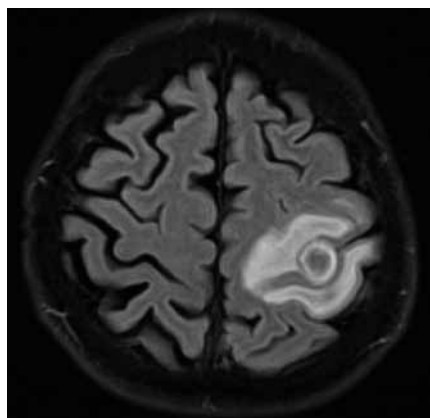


5b

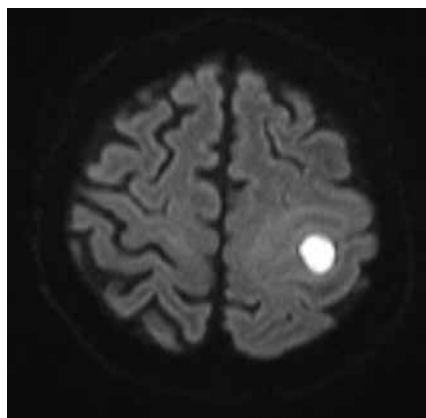


5 Kryptokoková meningoencefalitida u imunokomprimovaného pacienta. (a) postkontrastní T1 vážená sekvence spinového echa (SE) v axiální rovině; (b) postkontrastní sekvence FLAIR v axiální rovině
Cryptococcal meningoencephalitis in immunocompromised patient. (a) postcontrast T1 weighted image spin echo (SE) in axial plane; (b) postcontrast FLAIR image in axial plane

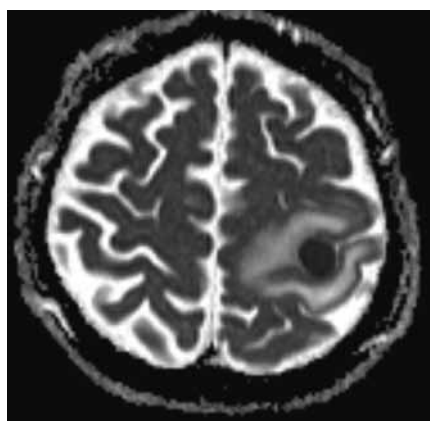
6a



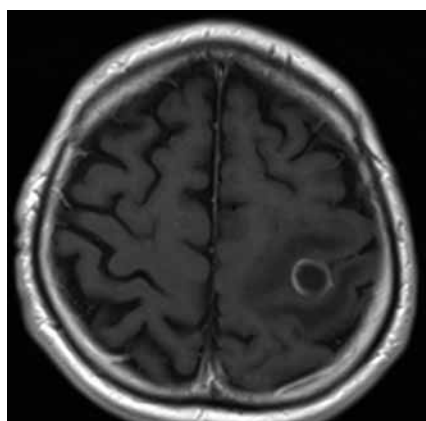
6b



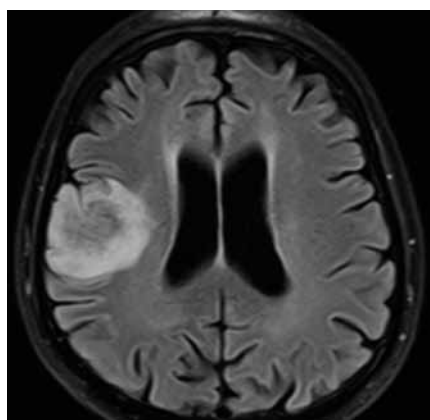
6c



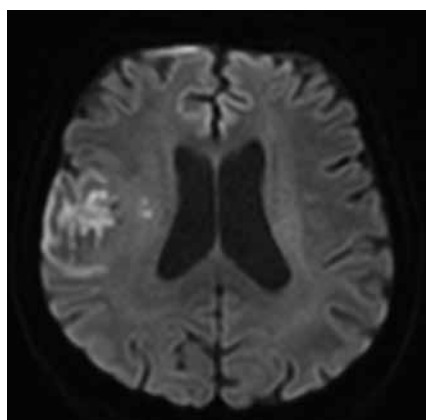
6d



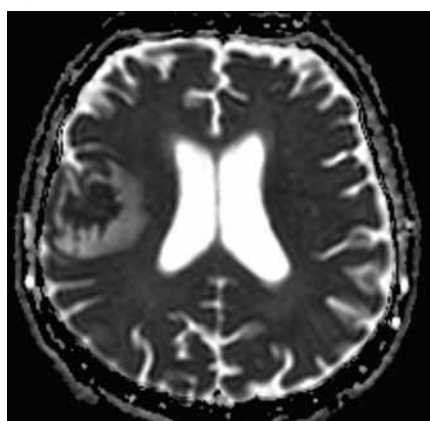
7a



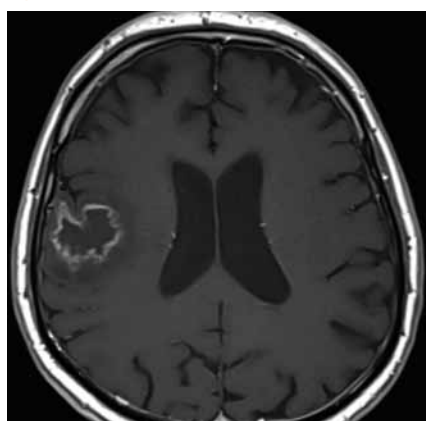
7b



7c



7d



6 **Mozkový absces – původce *Salmonella enteritis*:** (a) sekvence FLAIR v axiální rovině; (b) sekvence DWI v axiální rovině; (c) ADC mapa; (d) postkontrastní T1 vážená sekvence spinového echa (SE) v axiální rovině

Brain abscess – agent *Salmonella enteritis*: (a) FLAIR image in axial plane; (b) DWI image in axial plane; (c) ADC map; (d) postcontrast T1 weighted image spin echo (SE) in axial plane

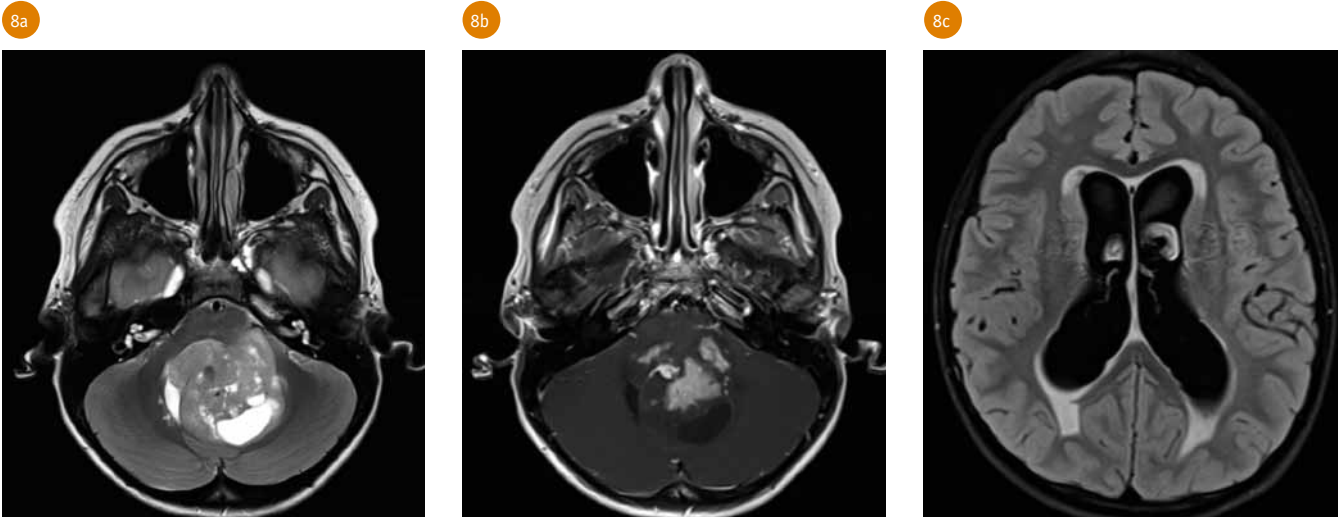
(4) (obr. 10). Poněkud samostatně stojí indikace zobrazování v případě traumatu. U polytraumat a závažných kraniocerebrálních poranění je indikováno CT, které rychle vyloučí chirurgicky řešitelnou patologii. V případě menších traumat a dobrého klinického stavu dítěte představuje CT zbytečnou radiační zátěž a metodou volby by měla být MR. Negativním aspektem MR je ale častá nutnost sedace vyšetřovaných dětí (21, 22). MR je v porovnání s CT mnohem senzitivnější k detekci intracerebrálních kontuzí a difuzního axonálního poranění (DAI) (21) a srovnatelná v detekci intrakraniální hemoragie (9, 10) (obr. 11).

DISKUSE

V zobrazování mozku vedle sebe stojí dvě možné modalitty – MR a CT. Zatímco v elektivních indikacích hraje hlavní roli MR, v akutní medicíně je rozhodující CT (2). Pokud pomíneme stále lepší dostupnost CT a nižší cenu vyšetření, je to zejména proto, že poskytuje diagnostickou informaci rychle, a to i u omezeně spolupracujících pacientů. CT je jednodušší na provedení i interpretaci nálezu než MR a umožňuje snazší monitoraci pacienta během vyšetření (2), bezpečně odhalí patologii, která vyžaduje akutní chirurgickou či endovaskulární intervenci, často vyselektuje pacienty, kteří by měli podstoupit časné dovyšetření nálezu pomocí MR. Nevýhodou CT je jeho radiační zátěž (2)

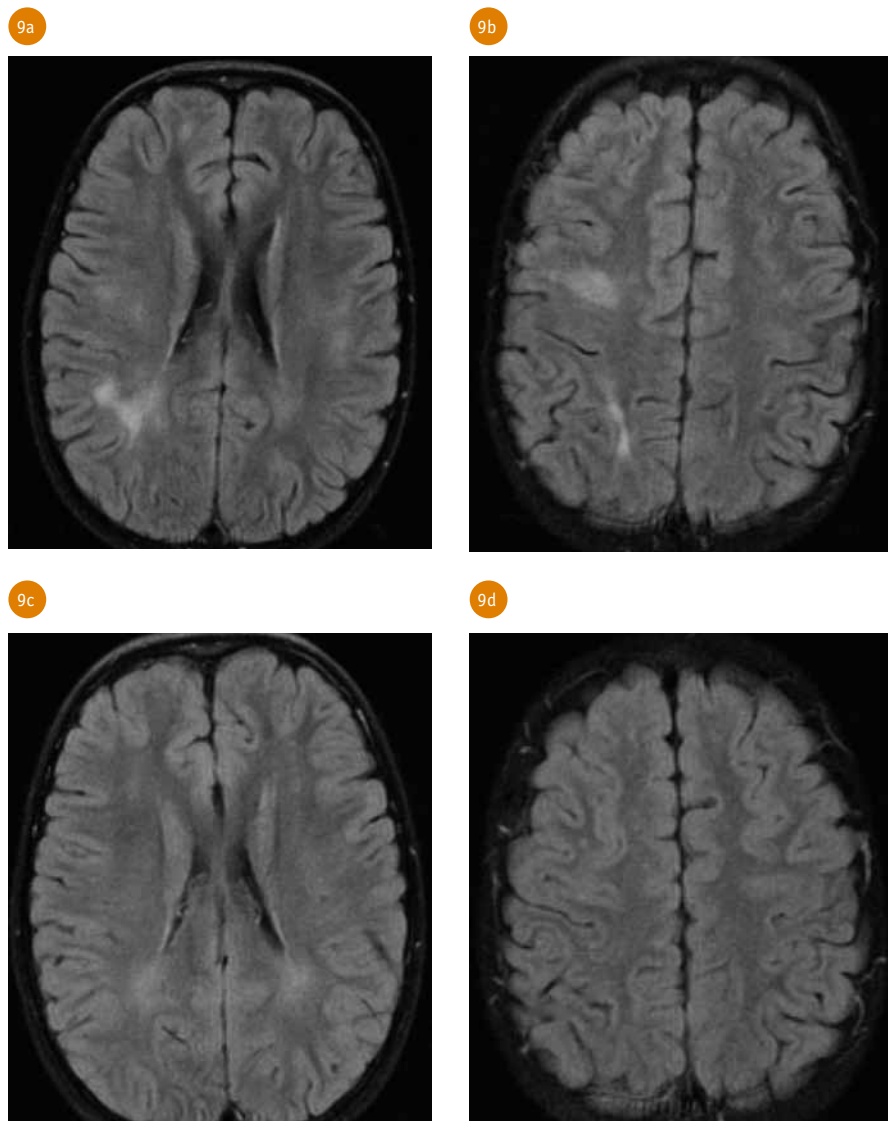
7 **Mozkový absces – původce *Listeria monocytogenes*:** (a) sekvence FLAIR v axiální rovině; (b) sekvence DWI v axiální rovině; (c) ADC mapa; (d) postkontrastní T1 vážená sekvence spinového echa (SE) v axiální rovině

Brain abscess – agent *Listeria monocytogenes*: (a) FLAIR image in axial plane; (b) DWI in axial plane; (c) ADC map; (d) postcontrast T1 weighted image spin echo (SE) in axial plane



8 Medulloblastom s obstrukčním hydrocefalem u 7letého dítěte: (a) sekvence T2 vážená v axiální rovině; (b) postkontrastní T1 vážená sekvence spinového echa (SE) v axiální rovině; (c) sekvence FLAIR v axiální rovině

Medulloblastoma with obstructive hydrocephalus (7 years old child): (a) T2 weighted image in axial plane; (b) postcontrast T1 weighted image spin echo (SE) in axial plane; (c) FLAIR image in axial plane



9 Akutní diseminovaná encefalomyelitida (ADEM) u 8letého dítěte: (a, b) vstupní vyšetření sekvence FLAIR v axiální rovině; (c, d) kontrolní vyšetření za 2 měsíce sekvence FLAIR v axiální rovině

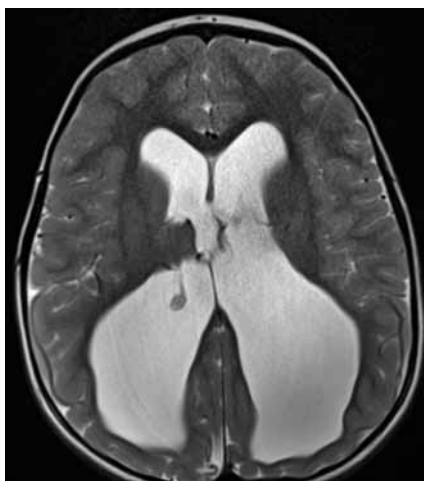
Acute disseminated encephalomyelitis (ADEM) (8 years old child): (a, b) initial MRI examination FLAIR images in axial plane; (c, d) follow up MRI examination in 2 month FLAIR images in axial plane

a při kontrastních vyšetřeních rizika spojená s podáním jodové kontrastní látky intravenózně. MR přináší výrazně lepší tkáňový kontrast než CT, ale za cenu delší doby vyšetření a nutnosti spolupráce pacienta, limitem jsou i kontraindikace provedení MR. MR by měla být indikována v situacích, kdy oproti CT přináší důležitou diagnostickou informaci, která zásadně ovlivňuje nebo mění akutní léčbu (2). Z provedení akutního MR jednoznačně profitují pacienti s mozkovým abscesem, záněty či ischemickými CMP v zadní jámě. Samostatně stojí zobrazování u dětí, kde by měla být upřednostněna MR před CT z důvodu radiační hygieny (2, 21). Je prokázáno, že CT mozku u dětí do 5 let je spojené s rizikem vzniku leukémie v 1,9 případech na 10 000 CT vyšetření (21). Problémem MR je častá nutnost sedace dětí během vyšetření s jejími riziky (21). Důležitým aspektem zobrazování obecně je spolupráce klinika a radiologa. Kliník by měl rozumět základům jednotlivých zobrazovacích metod, znát a zvážit jejich rizika, měl by být seznámen se způsobem, jakým se vyšetření provádí a co obnáší pro pacienta ve smyslu nutnosti jeho spolupráce a komfortu (23). V akutní medicíně by mělo platit pravidlo, že vyšetření by mělo být co nejrychlejší, nejefektivnější a nejméně zatěžující pro pacienta.

10a



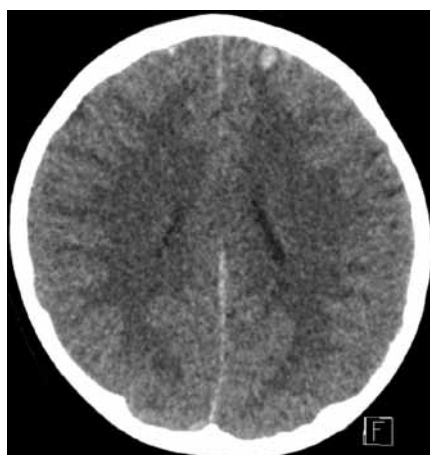
10b



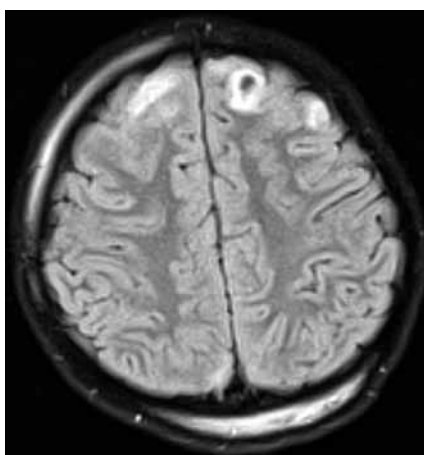
10 Dislokace ventrikuloperitoneálního (VP) drénu u 5letého dítěte s hydrocefalem: (a) T2 vážená sekvence v sagitální rovině s dislokováním koncem drénu; (b) T2 vážená sekvence s dilatací komorového systému v axiální rovině

Dislocation of ventriculoperitoneal (VP) drain (5 years old child with hydrocephalus): (a) T2 weighted image in sagittal plane with drain dislocation; (b) T2 weighted image with ventricles dilatation in axial plane

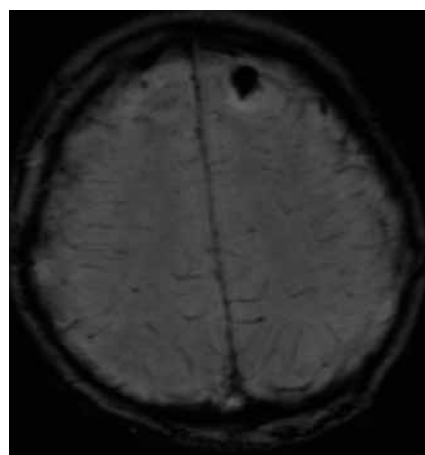
11a



11b



11c



11 Polytrauma – autonehoda – 7leté dítě s malými hemoragicko-kontuzními změnami mozku frontálně oboustranně: (a) vstupní CT; (b, c) kontrolní MR za 3 dny – (b) sekvence FLAIR v axiální rovině; (c) sekvence SWI v axiální rovině

Polytrauma – car accident – small frontal lobes hemorrhagic contusions (7 years old child): (a) initial CT scan; (b, c) follow up MRI in 3 days – (b) FLAIR image in axial plane; (c) SWI image in axial plane

ZÁVĚR

Rozhodující postavení v akutním zobrazování mozku má CT, existují však stavy, kdy je s výhodou upřednostnit MR vyšetření. Akutní vyšetření obecně má smysl pouze tehdy, pokud na něj bezprostředně navazuje terapie odhalené patologie. ●

LITERATURA

1. Quint DJ. Indications for Emergent MRI of the Central Nervous System. JAMA 2000; 283(7): 853–855.
2. Hoffstetter P, Pawlik M, Stroszczyński C, Schreyer AG. Gibt es Notfallindikationen für die MRT? Notfall + Rettungsmedizin 2012; 15(6): 516–520.
3. Ono M, Suzuki M, Isobe M. Feasibility, safety and potential demand of emergent brain magnetic resonance imaging of patients with cardiac implantable electronic devices. J Arrhythm 2017; 33(5): 455–458.
4. Woodfield J, Kealey S. Magnetic resonance imaging acquisition techniques intended to decrease movement artefact in paediatric brain imaging: a systematic review. Pediatr Radiol 2015; 45(9): 1271–1281.
5. Mechl M, Tintěra J, Žižka J, et al. Protokoly MR zobrazování. Praha: Galén 2014; 18–31.
6. Renowden S. Cerebral venous sinus thrombosis. Eur Radiol 2004; 14(2): 215–226.
7. Leach JL, Fortuna RB, Jones BV, Gaskill-Shipley MF. Imaging of cerebral venous thrombosis: current techniques, spectrum of findings, and diagnostic pitfalls. RadioGraphics 2006; 26(1): 19–43.
8. Poon CS, Chang J-K, Swarnkar A, Johnson MH, Wasenko J. Radiologic diagnosis of cerebral venous thrombosis: pictorial review. AJR 2007; 189(6): 64–75.
9. Oliveira-Filho J, Koroshetz JW. Neuroimaging of acute ischemic stroke. UpToDate. Waltham, MA: UpToDate 2010 – uptodate.com.

10. **Srinivasan A, Goyal M, Al Azri F, Lum C.** State of the art imaging of acute stroke. *RaioGraphics* 2006; 26(1): 75–95.
11. **González RG.** Clinical MRI of acute ischemic stroke. *J Magn Reson Imaging* 2012; 36(2): 259–271.
12. **Zaharchuk G.** Arterial spin labeled perfusion imaging in acute ischemic stroke. *Stroke* 2014r; 45(4): 1202–1207.
13. **Detre JA, Rao H, Wang DJJ, Chen YF, Wang Z.** Applications of arterial spin labeled MRI in the brain. *J Magn Reson Imaging* 2012; 35(5): 1026–1037.
14. **Förster A, Gass A, Kern R, et al.** Brain imaging in patients with transient ischemic attack: A comparison of computed tomography and magnetic resonance imaging. *Eur Neurol* 2012; 67(3): 136–141.
15. **De Cocker LJJ, Lövblad K-O, Hendrikse J.** MRI of cerebellar infarction. *Eur Neurol* 2017; 77(3–4): 137–146.
16. **Incesu L, Khosla A, Levy LM.** Imaging in Bacterial meningitis. *Medscape* 2015; 28.
17. **Vaswani AK, Nizamani WM, Ali M, et al.** Diagnostic accuracy of contrast-enhanced FLAIR magnetic resonance imaging in diagnosis of meningitis correlated with CSF analysis. *ISRN Radiol* 2014; 2014: 578986.
18. **Francis MV.** Neuroimaging in headache disorders. *J Headache Pain Manag* 2017; 2: 1.
19. **Cartes-Zumelzu FW, Stavrou I, Castillo M, et al.** Diffusion-weighted imaging in the assesement of brain abscesses therapy. *AJNR* 2004; 25(8): 1310–1317.
20. **Muzumdar D, Jhawar S, Goel A.** Brain abscess: An overview. *Int J Sur* 2011; 9(2): 136–144.
21. **Buttram SDW, Garcia-Filion P, Miller J, et al.** Computed tomography vs magnetic resonance imaging for identifying acute lesions in pediatric traumatic brain injury. *Hosp Pediatr* 2015; 5(2): 79–84.
22. **Sheridan DC, Newgard CD, Selden NR.** QuickBrain MRI for the detection of acute pediatric traumatic brain injury. *J Neurosur Pediatr* 2017; 19(2): 259–264.
23. **Sahak FM, Burg MD.** MRI for emergency clinicians: indications, cautions, and helpful hints sure to „resonate“ with your practise. *Emergency Medicine* 2018; 50(12): 1–6.