

Doporučení pro praxi vydané Mezinárodní společností pro ultrazvuk v porodnictví a gynekologii (ISUOG): Vyšetření magnetickou rezonancí u plodu

Z anglického originálu přeložil a sazbu L^AT_EX provedl MUDr. Martin Hynek.

Překlad zrevidoval prof. MUDr. Pavel Calda, CSc.

Komise pro klinické standardy

Mezinárodní společnost pro ultrazvuk v porodnictví a gynekologii (ISUOG) je vědecká organizace, která podporuje správné provádění, kvalitní výuku a výzkum v oblasti zobrazovacích metod v péči o zdraví žen. Komise pro klinické standardy společnosti ISUOG je kompetentní pro vydávání doporučených postupů a odborných stanovisek pro diagnostické zobrazování, které vycházejí z konsenzu odborníků a jsou určeny pro zdravotnické pracovníky. Jejich cílem je přinášet to, co ISUOG považuje za zlatý standard v době jejich vydání. ISUOG věnuje maximální pozornost tomu, aby jeho doporučení odpovídala v době svého vydání aktuálním znalostem, ISUOG ani žádný z jeho zaměstnanců nebo členů nenesou odpovědnost za důsledky způsobené nepřesnými či zavádějícími daty, názory a stanovisky vydanými komisí pro klinické standardy. Jejich cílem není vymezit právní normu pro péči, neboť interpretace faktů, které jsou základem těchto doporučení, může být ovlivněna individuálními okolnostmi, lokálními protokoly a dostupnými finančními prostředky. Schválená doporučení lze volně šířit se souhlasem ISUOG (info@isuog.org).

Toto doporučení vychází z dotazníkového šetření, které ISUOG provedl v roce 2014, a konsenzu, kterého bylo následně mezi odborníky dosaženo (Appendix S1).

ÚVOD

Magnetická rezonance (MR) plodu (fetální magnetická rezonance) je důležitou vyšetřovací metodou, která slouží jako doplněk ultrazvukového vyšetření,¹ a to především při hodnocení vývoje mozku plodu.² Výsledky z dotazníkového průzkumu, který ISUOG prováděl v roce 2014 (Appendix S1) a kterého se zúčastnilo 60 mezinárodních perinatologických center, ukázaly, že fetální MR je prováděna v jednom či více centrech v nejméně 27 zemích z celého světa. Na druhou stranu se ukázalo, že kvalita zobrazení, spektrum používaných sekvencí a zkušenost pracovníků, kteří MR provádějí, se v jednotlivých centrech značně liší.³

Abyste důsledky těchto rozdílů byly co nejmenší, bylo vytvořeno doporučení, které si klade za cíl lépe definovat roli fetální MR ve vztahu k prenatálnímu ultrazvukovému vyšetření. Tento dokument má poskytnout současný stav vědomostí o provádění MR u plodu jak pro ty, kteří vyšetření provádějí, tak i pro ty, kteří posléze výsledky interpretují.

Co očekáváme od fetální magnetické rezonance?

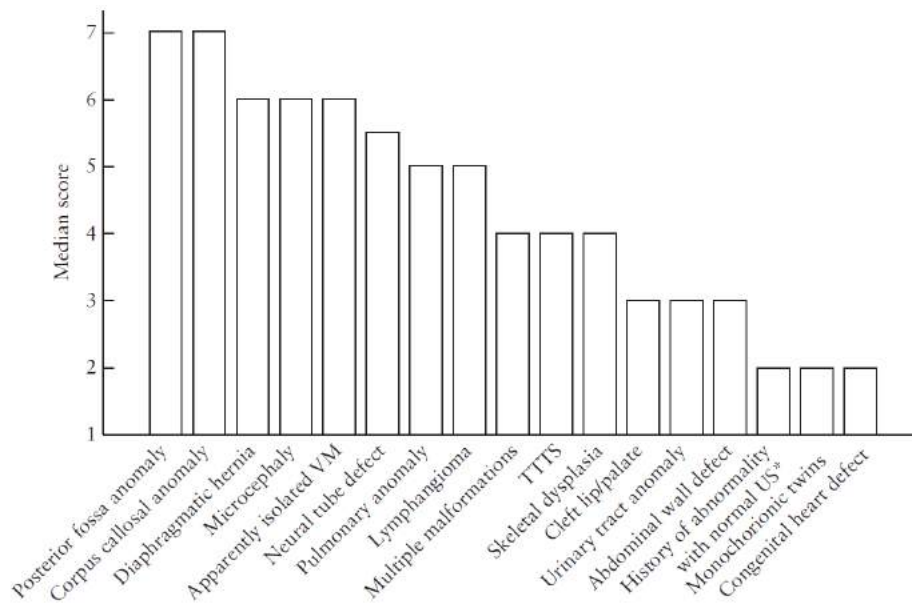
Fetální MR má doplnit informace získané při expertním ultrazvukovém vyšetření:^{4,5} potvrdit ultrazvukový nálezný nebo odhalit další doplňující skutečnosti.⁶ MR není v současnosti v prenatální diagnostice používána jako primární screeningová metoda, i když je pravděpodobně schopna uceleně a standardizovaně zhodnotit anatomii plodu. Indikace, ve kterých MR může poskytnout užitečné informace jsou shrnuty na obrázku 1 (vychází z názorů účastníků dotazníkového průzkumu).

Je fetální magnetická rezonance bezpečná?

Není známo, že by MR měla na plod v jakékoli fázi gravidity nějaké neúžadné účinky, pokud je prováděna bez podání kontrastní látky.⁷ Pro MR o síle 1,5 Tesla (1,5 T) nebyly publikovány žádné zprávy o nežádoucích účincích.⁸ V případě MR o vyšších intenzitách magnetického pole (např. 3,0 T) nejsou k dispozici žádné humánní studie posuzující možné nežádoucí účinky,^{7,9,10} i když současná data ukazují, že na prasečím modelu mohou být i tyto vyšší intenzity magnetického považovány za bezpečné.¹¹

Za jakých okolností by měla být MR u plodu prováděna?

MR u plodu je indikována po superkonziliárním ultrazvukovém vyšetření, které odhalilo abnormalitu, a očekáváme získání dalších rozšiřujících diagnostických informací. Za těchto podmínek může MR poskytnout



Obrázek 1: Výsledky dotazníkového průzkumu ohledně indikací k provádění magnetické rezonance (MR) u plodu. Hodnoceno pomocí sedmibodové škály od 0 (zcela není indikováno) do 7 (zcela indikováno). *Patologie v předchozí graviditě nebo u člena rodiny, s normálním ultrazukovým nálezem v graviditě stávající. TTTS, twin-to-twin transfúzní syndrom; VM, ventrikulomegalie.

Tabulka 1: Multioborový tým: doporučení členové a jejich role při provádění fetální magnetické rezonance (MR)

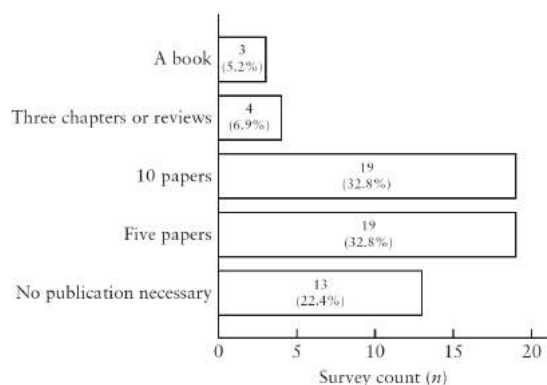
Člen	Role
Porodník, radiolog	Provádí ultrazvuk/ultrazvuk CNS; informuje rodiče o nálezu a pravděpodobné diagnóze; poskytuje poradenství; indikuje fetální MR
Radiolog, porodník	K dispozici během MR vyšetření pro získání odpovídajících rovin a dle potřeby změn v protokolech; interpretace nálezů a vydávání zpráv; poskytuje poradenství
Multioborový tým, pokud je dostupný/nezbytný: porodník, dětský radiolog nebo neuroradiolog, dětský neurolog, genetik, další pediatrické podobory, sociální pracovník, psycholog	Poskytuje poradenství a doporučení na základě ultrazukového vyšetření CNS, MR, výsledků genetických a laboratorních vyšetření a/nebo rodinné anamnézy

důležité informace, které potvrdí nebo doplní ultrazukový nález a pozmění management gravidity. Rozhodnutí o provedení MR jsou ovlivněna řadou faktorů: zkušenosti/vybavení ultrazukového a MR oddělení, dostupnost MR, stav těhotné, gestační stáří, obavy z poškození plodu MR, právní aspekty týkající se ukončení gravidity a přání rodičů po jejich náležitém poučení.^{3, 10, 12, 13}

MR u plodu je indikována po superkonziliárním ultrazukovém vyšetření, které odhalilo abnormalitu, a očekáváme získání dalších rozšiřujících diagnostických informací. Za těchto podmínek může MR poskytnout důležité informace, které potvrdí nebo doplní ultrazukový nález a pozmění management gravidity. Rozhodnutí o provedení MR jsou ovlivněna řadou faktorů: zkušenosti/vybavení ultrazukového a MR oddělení, dostupnost MR, stav těhotné, gestační stáří, obavy z poškození plodu MR, právní aspekty týkající se ukončení gravidity a přání rodičů po jejich náležitém poučení.^{3, 10, 12, 13}

Dotazníkový průzkum ISUOGu se zabýval potřebností MR ve vybraných indikacích. K hodnocení byla použita sedmibodová škála od 0 (zcela není indikováno) do 7 (zcela indikováno) (Obrázek 1). Variabilita odpovědí pravděpodobně odráží rozdílnosti mezi různými odbornostmi a je ovlivněna spektrem patologií, která jsou diagnostikována v jednotlivých centrech. Stejně tak mohou být názory ovlivněny rozdílnou úrovní zkušeností s ultrazukovou a MR diagnostikou.

Obecně lze říci, že provedení ultrazukového vyšetření pouze v základním rozsahu dle doporučení pro provádění druhotrimestrálního ultrazukového vyšetření/základního vyšetření mozku plodu (dle doporučení ISUOG⁵) není dostatečné před případným odesláním pacientky na vyšetření MR. Další zobrazovací roviny (transversální, koronární i sagitální), vyšetření vysokofrekvenčními sondami a/nebo vyšetření transvaginální sondou je nezbytné k podrobnému posouzení zjištěné abnormality.^{14, 15}



Obrázek 2: Výsledky dotazníkového šetření ISUOGu ohledně počtu publikací s tématem fetální magnetické rezonance, který by pracoviště mělo být, aby získalo statut výukového centra.

Provedení MR u plodu může být v jednotlivých centrech ovlivněno i rozdílnými právními normami regulujícími podmínky ukončení těhotenství. Ve státech, kde lze graviditu ukončit nejpozději ve 24. týdnu těhotenství, může právě provedení MR před dosažením 24. týdne pomoci páru v rozhodování o budoucnosti jejich gravidity. Obecně lze však konstatovat, že MR je vyšetření určené pro pozdní druhý a třetí trimestr.¹³ Ačkoli nejsou dostupná data jednotná, provedení MR v případě zdánlivě izolované anomálie s cílem uklidnit rodiče o tom, že plod nemá žádné další přidružené anomálie, lze doporučit u plodů s izolovanou ventrikulomegálií,¹⁶ agenezí corpus callosum,¹⁷ chybění cavum septi pellucidum a patologií mozečku a vermis.¹⁸ Kromě toho je fetální MR přínosná u monochoriálních dvojčat, kdy po iatrogením nebo spontánním odumření druhého dvojčete může pomoci odhalit případnou patologii u přeživšího dvojčete.^{19,20}

V jakém gestačním týdny by měla být magnetická rezonance u plodu prováděna?

Fetální MR před 18. týdnem obvykle nepřináší jinou informaci než jakou je nám schopno poskytnout ultrazukové vyšetření. V některých případech je přínosná před 22. týdnem, ale těžiště využití MR je později, po 22. týdnu.¹³ Anomálie, které mohou být hodnoceny ve třetím trimestru, jsou například patologie vý-

voje mozkové kůry a expanzivní procesy krku plodu s možným útlakem dechových cest.²¹ Většinu orgánů plodu lze podrobně posoudit mezi 26. a 32. gestačním týdnem, kdy patologie spojené s abnormálním vývojem bývají již více vyjádřené, ale pro každé těhotenství a každý plod je optimální načasování individuální. V pozdějších fázích gravidity může být pro těhotnou již problematické zůstat při vyšetření bez hnutí na zádech a doporučuje se zvážit vyšetřovat na levém boku.

Kdo má MR provádět?

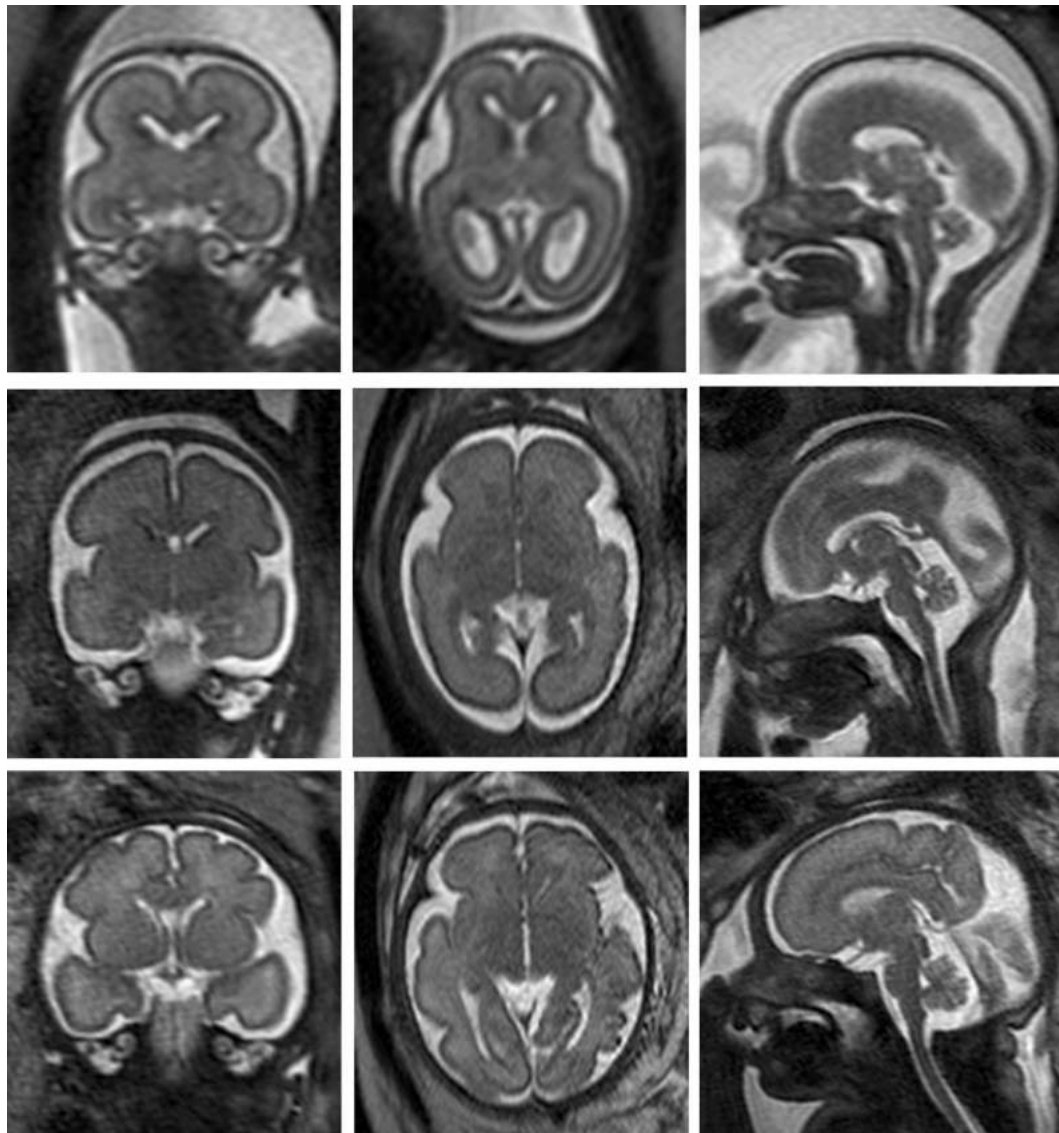
V případě, že je MR indikována, adekvátně provedena a výsledek správně interpretován, nejenom že přispívá ke stanovení diagnózy, ale může přinést i informace důležité pro volbu terapie, plánování porodu a poradenství. Lékaři, kteří se na hodnocení MR podílí, by měli být znalí fetální medicíny, neboť diagnózy u plodu se odlišují od diagnóz v běžné populaci. Volba adekvátních protokolů a technik vyžaduje velké zkušenosti, proto by měly fetální MR provádět pouze lékaři s příslušným výcvikem a zkušenostmi. To samé platí i pro interpretaci výsledků vyšetření. Abychom dokázali zvolit tu nejlepší dostupnou péči, je třeba zohlednit osobní a rodinnou anamnézu, ultrazukový nález a výsledek MR a k tomu je v mnoha centrech potřeba spolupráce multioborového týmu, sdružujícího odborníky na prenatální diagnostiku, perinatologii, neonatologii, pediatriickou neurologii a neuroradiologii, genetiku a další odbornosti (viz Tabulka 1). Často je na místě konzultace s genetikem a případně dalšími odborníky z pediatrických podoborů, abychom dokázali pacientce poskytnout maximum informací nutných pro správný management gravidity.

Kde má probíhat vzdělávání lékařů ve fetální MR?

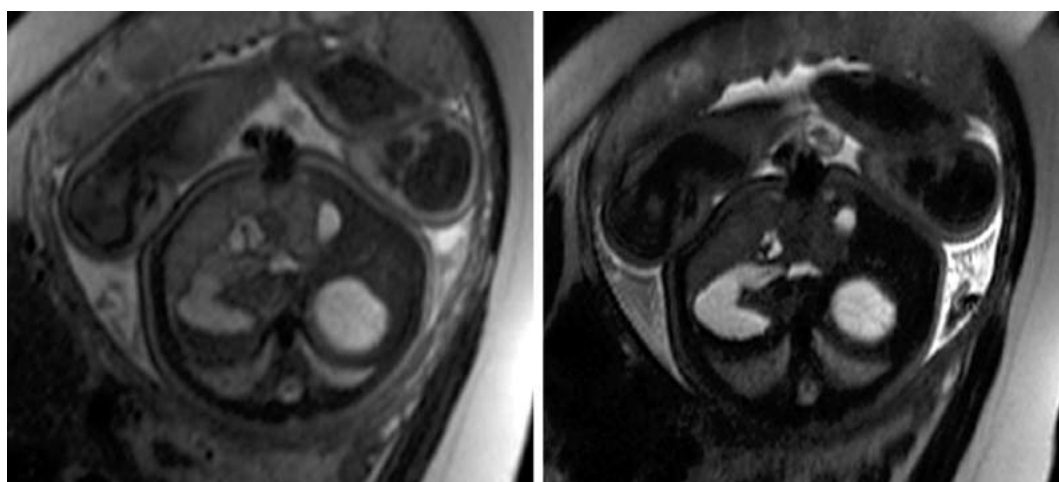
Ačkoli si nejsme vědomi, že by existovala oficiální subspecializace fetální MR, lékaři, kteří provádějí fetální MR by měli procházet specializovaným výcvikem ve spolupráci s výukovými centry. Pouze tak budou schopni poté, co vyšetří dostatečný počet případů, provádět MR podle nejnovějších znalostí (GOOD PRACTICE POINT, tzn. příklad dobré praxe, doporučení pro praxi, které je založeno na klinických zkušenostech autorů doporučení).

Tabulka 2: Jednotlivé kroky při provádění fetální magnetické rezonance (MR)

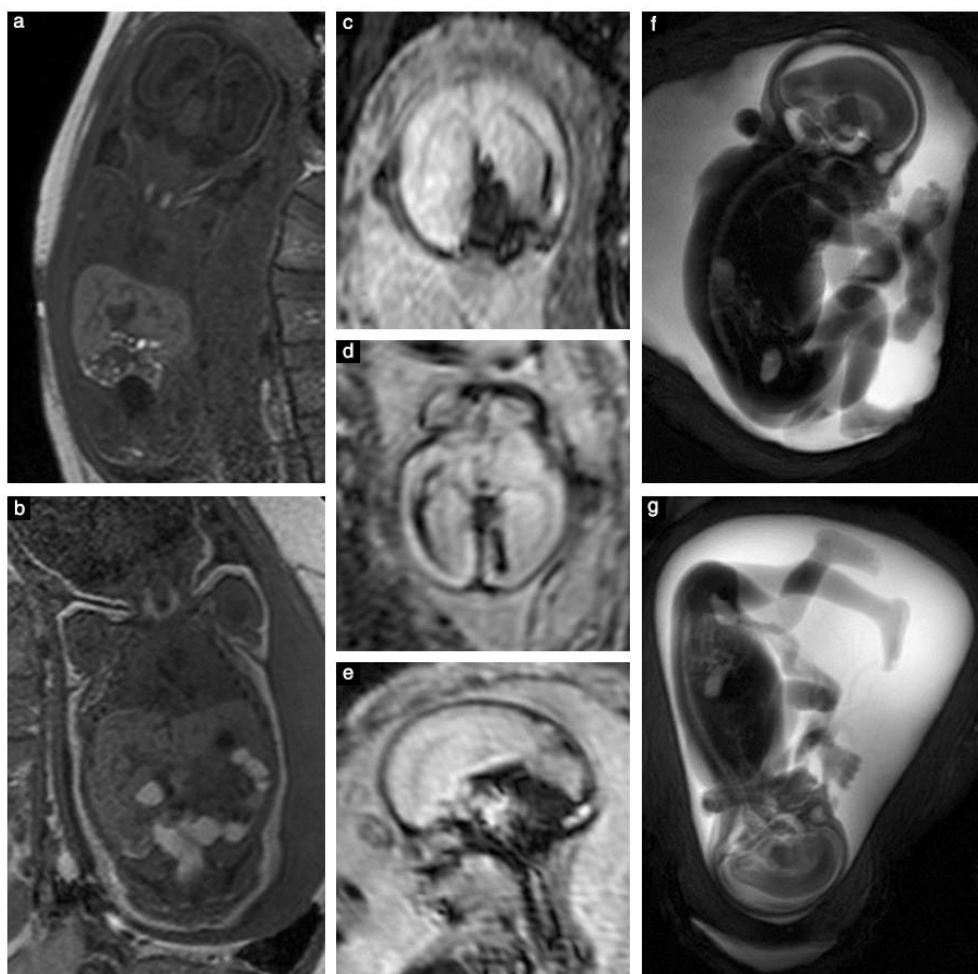
Indikace	Závisí na kvalitě předchozího ultrazukového vyšetření, klinické otázce a gestačním stádiu
Konzultace těhotné	Vysvětlení indikace, průběhu, očekávaného přínosu a důsledků MR vyšetření, informace o možnosti doprovodu těhotné během vyšetření, pohovor o kontraindikacích a klaustrofobii a případné předepsání sedativních léků
Před vyšetřením MR	Žádanka s jasnou indikací a klinickou otázkou, zpráva z ultrazukového vyšetření a obrazování dokumentace (pokud lze), gestační stáří potvrzené/stanovené za základě prvotrimestrálního ultrazukového vyšetření
Během vyšetření MR	Kontrola případných kontraindikací, uložení těhotné do pohodlné polohy (na zádech nebo na boku), správné umístění cívků, provedení vyšetření podle patřičného protokolu
Po vyšetření	Informování pacientky, kdy bude k dispozici zpráva; v případě, že MR vyšetření ukazuje na bezprostřední ohrožení, je nutné o výsledku okamžitě informovat odesílajícího lékaře
Uchovávání obrazové dokumentace, zpráva	Elektronické uchovávání obrazové dokumentace, její zhodnocení, strukturovaná zpráva (Tabulka 3)



Obrázek 3: Koronární, axiální a sagitální (zleva doprava) T2-vážené rychlé (turbo) spin-echo sekvence (s dlouhým echo časem) normálního mozku plodu v týdnu 21+0 (a), 28+1 (b) a 31+1 (c).



Obrázek 4: Axiální T2-vážené rychlé (turbo) spin-echo sekvence u normálního plodu v týdnu 39+4, které dokumentují jakým způsobem kratší echo čas (echo time, TE) nabízí vyšší rozlišení trupu plodu: (a) TE = 80 ms; (b) TE = 140 ms.



Obrázek 5: T2-vážené obrazy jsou stěžejní pro fetální magnetickou rezonanci (MR). Další možné sekvence jsou: T1-vážená MR (a,b), zde u normálního plodu v 27+1 (a) a 38+3 (b) týdnu, ukazující hyperintenzní štítnou žlázu a střevní kličky vyplněné meconiemi; single-shot high-resolution gradient echo echoplanární sekvence, zobrazující koronární (c), axiální (d) a sagitální (e) roviny u plodu v 22+6 týdnu s intrakraniálními hemoragiemi, s hypointenzním signálem rozpadových produktů krve; a MR cholangiopancreatografické sekvence (tloušťka řezu 40 mm) u plodu v 24+4 týdnu se srdeční vadou (není zobrazena) (f) a u plodu v 20+1 týdnu s genu recurvatum (g), kdy tato sekvence umožňuje posoudit proporce a pozice rukou a nohou.

Výukové centrum je centrum, které provádí výuku fetální MR u studentů, lékařů a radiologů/laborantů. K tomu, abychom mohli centrum označit jako výukové, je nutné, aby splnilo některé požadavky:

1. multioborový tým odborníků z oborů jako jsou fetomaternální medicína, radiologie a porodnictví;
2. dostatečná zkušenost centra, tj. minimálně 500 provedených MR u plodu a minimálně 2 prováděná vyšetření týdně;
3. publikace odborných článků a referenčních materiálů v tomto oboru (Obrázek 2).

DOPORUČENÍ

Prognózu těhotenství s vrozenou vadou plodu nebo získanou patologií můžeme zlepšit, pokud budeme fetální MR provádět podle standardizovaných kritérií (Tabulka 2) (GOOD PRACTICE POINT).

Jak provádět magnetickou rezonanci u plodu?

Intenzita magnetického pole

V současnosti je nejpoužívanější magnetické pole o intenzitě 1,5 T, které dokáže poskytnout dostatečné rozlišení už od 18. gestačního týdne.²² 3 T magnetické pole má potenciál nabídnout ještě vyšší rozlišení a lepší poměr signál/šum než pole o 1,5 T a zároveň zatížit pacientku i plod srovnatelným či menším množstvím energie.²² Ale pole o vyšších intenzitách nejsou v současnosti doporučována pro vyšetřování plodu *in-vivo*.¹⁰

Průběh vyšetření

1. Zkontroluj, zda nejsou kontraindikace k provedení MR.²²
2. Zkontroluj, zda těhotná podepsala informovaný souhlas.



Obrázek 6: Sagitální T2-vážené MR obrázky u normálního plodu v 21+5, zobrazující intaktní patro.

3. Zkontroluj gestační stáří, ideálně stanovené na základě prvotrimestrálního ultrazvuku²³ a zhodnoť příslušné klinické informace a předchozí ultrazvukové nálezy.
4. V případě výrazné pohybové aktivity plodu a/nebo přítomnosti artefaktů a u úzkostlivých a klaustrofobických pacientek lze zvážit podání sedativ.
5. Pacientku ulož do pohodlné polohy na vyšetřující stůl.²⁴
6. V některých případech a za dodržení příslušných bezpečnostních předpisů a místních zvyklostí lze zvážit přítomnosti doprovodu těhotné během vyšetření.²⁵
7. Nasnímej zaměřovací sekvence.
8. Ujistit se, zda jsou cívky umístěny tak, aby střed vyšetřovaného orgánu byl uprostřed cívky. Naplánuj průběh snímání jednotlivých sekvencí.

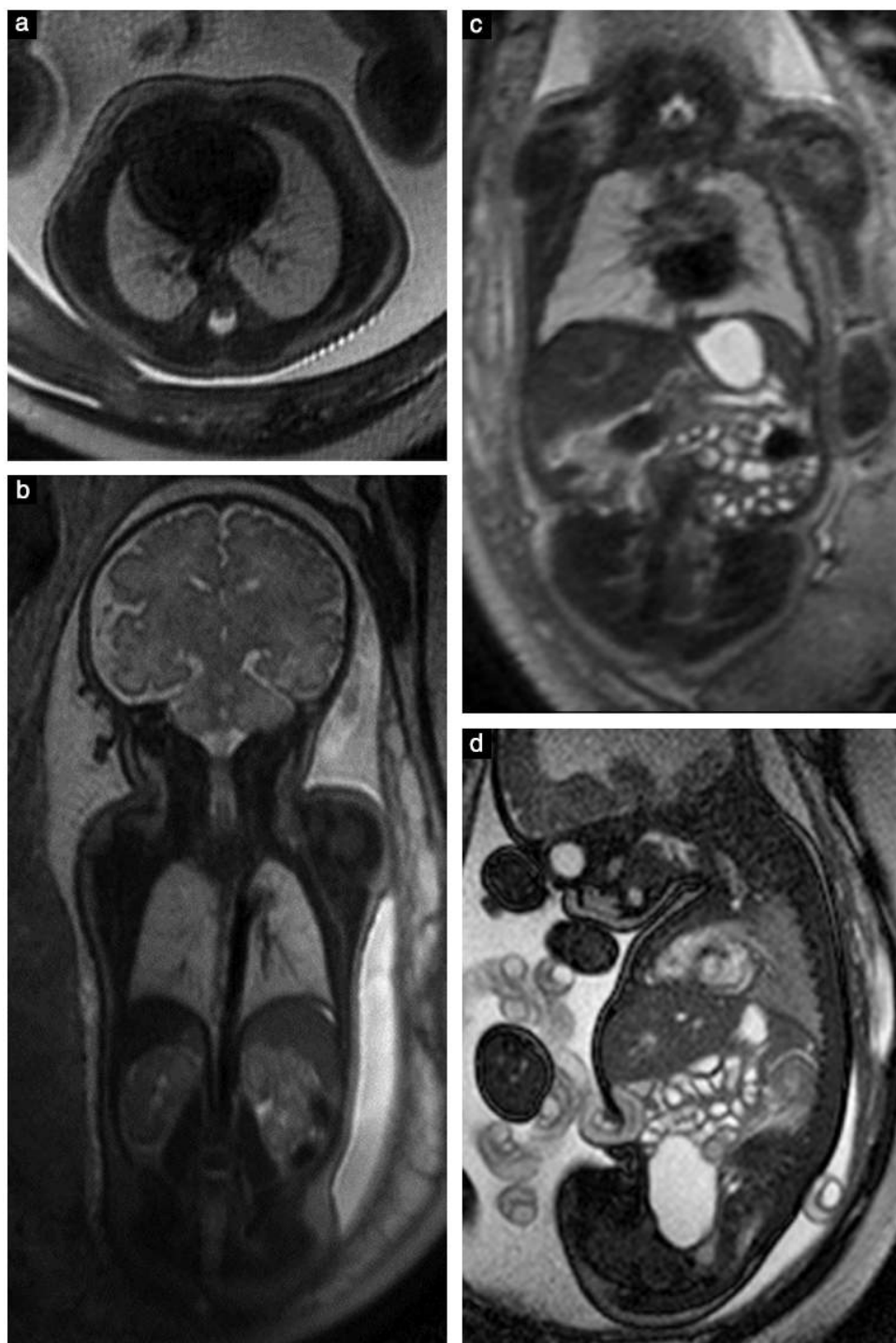
9. Nasnímej sekvence daného orgánu.
10. V případě, že je to indikováno, proveď kompletní vyšetření celého plodu a extrafetálních struktur (včetně pupečnicku, placenty a děložního hrdla).
11. Pokud je zjištěna patologie, která vyžaduje okamžitou intervenci (např. podezření na abrupci placenty nebo hypoxicko-ischemické poškození mozku plodu), bezodkladně informuj odesílajícího lékaře.

Volba sekvencí

1. Základním zobrazením v fetální MR jsou T2-vážené obrazy. Docílujeme jich obvykle použitím T2-vážených rychlých (turbo) spin-echo (SE) nebo steady-state free-precision (SSFP) sekvencí. Pro zobrazení fetálního mozku bychom měli používat rychlé (turbo) SE sekvence s dlouhým echo časem (Obrázek 3). Naopak, použitím kratšího echo času získáme vyšší kontrast při zobrazení trupu plodu (Obrázek 4). SSFP sekvence jsou schopny nabídnout T2 obraz u pohybujících se plodů a umožňují např. rozlišit cévy od tkání.²⁶
2. T1-vážené obrazy získáme pomocí dvourozměrných gradient echo (GRE) sekvencí při 1,5 T. Průměrné trvání pulzu 15 sekund nám umožňuje snímat během zadržení dechu těhotné, čímž získáme obrazy bez pohybových artefaktů.²⁷ T1-vážený kontrast dokáže rozlišit methemoglobin u subakutních hemoragií, kalcifikace, žlázy a meconium²⁷ (Obrázek 5a,b).
3. Single-shot high-resolution (SSH) GRE echoplánární (EP) sekvence používáme k vizualizaci kostěných struktur, kalcifikací a rozpadových produktů krve, např. deoxyhemoglobinu pro detekci časného krvácení, nebo hemosiderinu v případě krvácení staršího data²⁸ (Obrázek 5c-e).
4. Mezi další volitelné sekvence patří: difúzně vážené obrazy, zobrazení tenzorů difúze, dynamické SSFP sekvence a SSH MR cholangio-pankreatografické sekvence, které vytvářejí pseudo-trojrozměrné obrazy (Obrázek 5f,g).

Tabulka 3: Strukturovaná zpráva pro podrobné MR vyšetření plodu

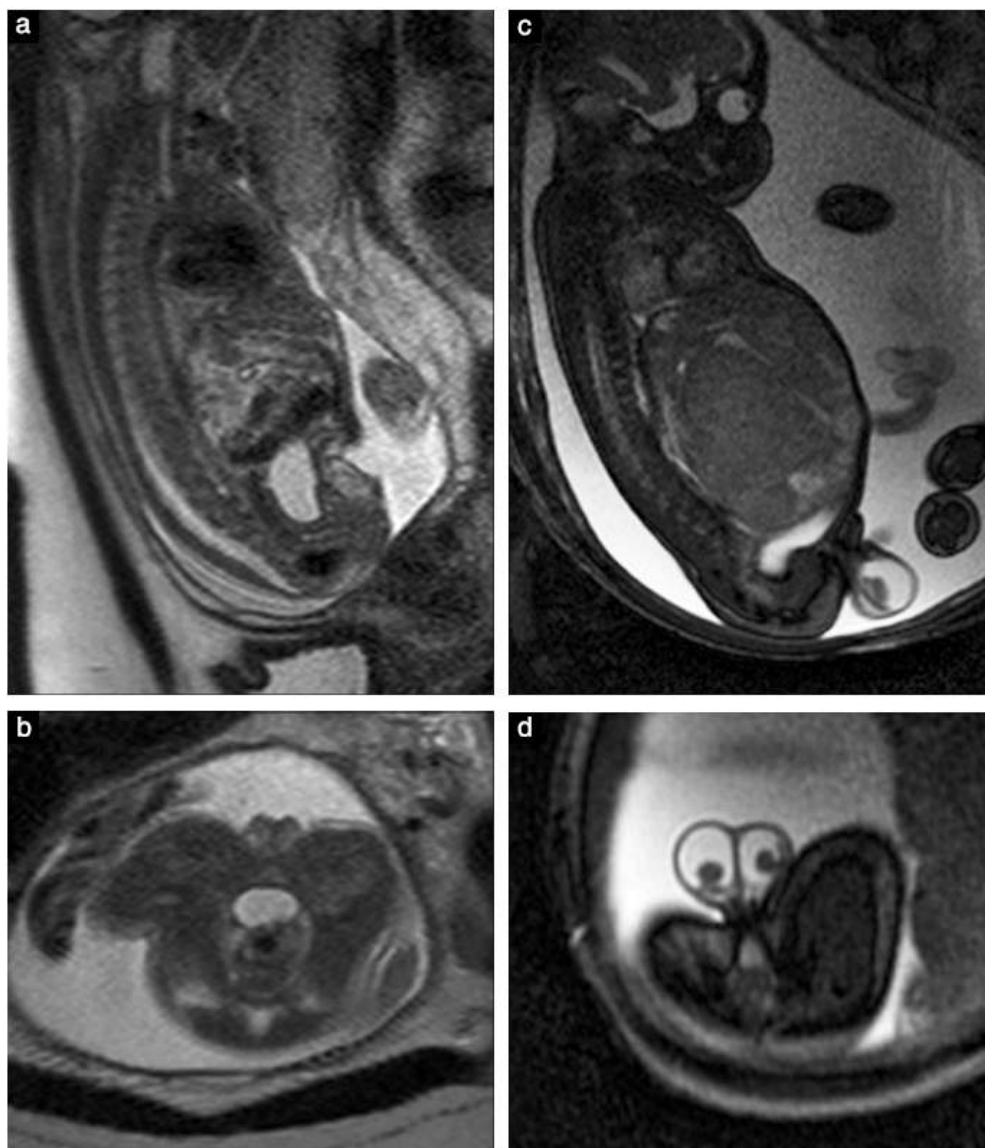
Metoda	Zobrazovací podmínky (např. omezení daná pohyby plodu, obezitou matky, předčasným ukončením vyšetření), síla magnetického pole, použité cívky, sekvence, roviny
Hlava	Profil, tvrdé a měkké patro (Obrázek 6), lebka, očníce
Mozek	Gyrifikace odpovídající gestačnímu stáří, laminace mozkového parenchymu (po 30. týdnu: myelinizace a premyelinizace), komorový systém, mozeček, středové struktury a šíře likvorových prostor (Obrázek 3)
Hrudník	Tvar hrudníku, signál plic, hrubé odchylky v srdeční anatomii (nevyšetřujeme podrobně) (Obrázek 7a,b)
Břicho	Situs, žaludek a žlučník (náplň), střevní kličky vyplněné tekutinou a meconiem, (Obrázek 7c,d), ledviny, močový měchýř (náplň); pokud požadováno: ženský/ mužský zevní genitál (u mužského sestup varlat) (Obrázek 8)
Extrafetální struktury	Pupečník (počet cév), množství plodové vody, umístění a struktura placenty, délka cervixu (Obrázek 9) pouze v případě podstatného zkrácení
Kostra (pokud vyšetřeno)	Průběh a uzavřenost páteře, tvar, délka a umístění dlouhých kostí, prstů na ruce a na nohou (ne vždy dostupné vyšetření, především v případě sníženého množství plodové vody, např. po 32.-35. týdnu)



Obrázek 7: Magnetická rezonance (MR) normálního hrudníku (a,b) a břicha (c,d) plodu. (a) Axiální T2-vážené obrazy u plodu v 34+2 týdnu, zobrazující normální hrudník a plíce s pravidelnými signály odpovídajícími gestačnímu stáří; (b) koronární řezy v 35+3 týdnu, s částí jater, ledvin a pravou nadledvinou. (c) Koronární T2-vážené MR plodu v 32+2 týdnu, s naplněným žaludkem a střevními kličkami; (d) sagitální steady-state free-precision obrazy u plodu v 35+6 týdnu, zobrazující ještě navíc naplněný močový měchýř. Všimněte si hyperintenzních signálů v srdci (d) ve srovnání s T2-váženými obrazy (c).

Ve všech případech bychom měli zobrazovací okno přizpůsobit vyšetřované oblasti zájmu. Ve většině případů jsou dostačující tenké řezy 3–5 mm s mezerou mezi jednotlivými řezy 10–15%. Vyšetření by mělo minimálně obsahovat T2 obrazy mozku a trupu plodu ve všech třech ortogonálních rovinách a T1 a GRE-EP sekvence v jedné či dvou rovinách, nejlépe frontální a sagitální.

Tento „minimální“ protokol má být proveditelný do 30 minut a to i když je nutné sekvence opakovat kvůli pohybům plodu. Pouze vyšetření, která jsou provedena v tomto protokolu, lze považovat za vyšetření provedená na základě současného stavu vědomostí (GOOD PRACTICE POINT).



Obrázek 8: T2-vážené sagitální (a) a axiální (b) MR obrazy u normálního plodu ženského pohlaví v 31+1 týdnu zobrazující zevní genitál. Steady-state free-precision sagitální (c) a axiální (d) obrazy u plodu mužského pohlaví v 35+1 týdnu se sestouplými varlaty a hydrokélou, v tomto případě způsobenou nádorem jater.

Standardizované roviny při vyšetření mozku plodu

1. Sagitální řezy hlavičkou plodu, včetně mediosagitální roviny zachycující corpus callosum, mokrý a hypofýzu.
2. Koronární řezy paralelně k mozkovému kmeni a zachycující symetricky struktury vnitřního ucha.
3. Axiální řezy, kolmo k řezům sagitálním a rovnoběžně ke corpus callosum (nebo lební bazi v případě, že corpus callosum chybí) a zároveň podle koronárních řezů tak, aby byly zobrazeny obě poloviny mozku symetricky.

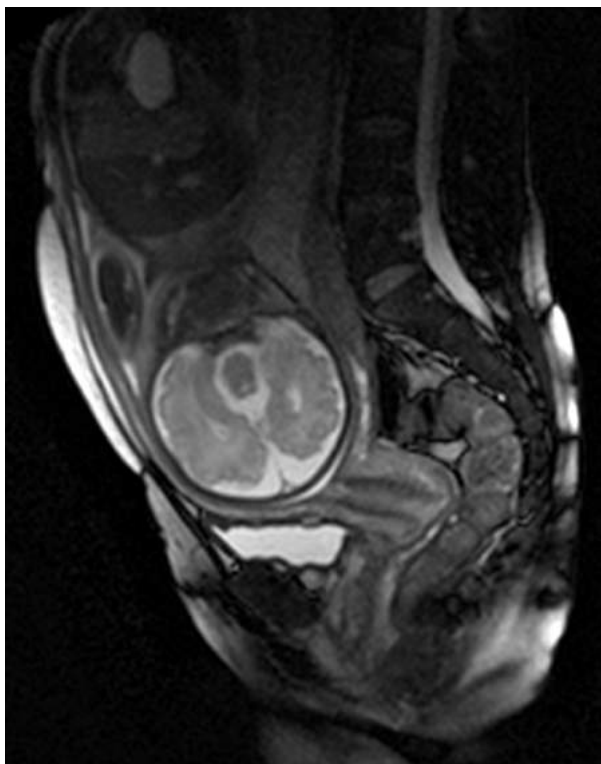
Standardizované roviny při vyšetření trupu plodu

Vzhledem k tomu, že plod bývá obvykle v poloze, která neumožňuje získat čistě ortogonální řezy, je při

vyšetření celého trupu plodu obtížnější docílit standardizovaných rovin.

1. Sagitální řezy lze získat tak, že proložíme centrální rovinu řezu hrudní páteří a abdominálním úponem pupečníku.
2. Koronární řezy je nutno přizpůsobit podle průběhu páteře (rovnoběžně s hrudní páteří a přední břišní stěnou).
3. Axiální řezy by měly být kolmo na dlouhou osu páteře ve vyšetřované oblasti. Např. při provádění volumetrie plic musí být axiální řezy kolmo na hrudní páteř.

Ačkoli jsou měření na plodu dostupná obvykle již z ultrazvukového vyšetření, v některých případech má smysl dané struktury změřit při MR vyšetření znovu.¹² Pokud při MR měříme struktury vyplněné tekutinou,



Obrázek 9: T2-vážené sagitální MR obrazy břicha těhotné, zobrazující normální cervix v 33. týdnu těhotenství.

je důležité si uvědomit, že MR měření jsou obvykle cca o 10% větší než odpovídající ultrazvuková měření. V případě plicní volumetrie korelují v daném gestačním týdnu MRI měření s celkovým tělesným objemem plodu²⁹ a u plicní patologií mají zároveň prognostický význam.³⁰

Uchovávání MRI dokumentace

Celé vyšetření by mělo být uchováno v souladu s místními zvyklostmi, ideálně v elektronické podobě. Popřípadě lze pacientce pro potřeby druhého čtení vyšetření poskytnout na CD (GOOD PRACTICE POINT).

Vydávání zpráv

Ve zprávě bychom měli zřetelně odlišit dva typy vyšetření:

1. Cílené vyšetření, které je zaměřené pouze na detekci určité skupiny orgánových vad. Cílem je vyšetřit určitý orgán nebo zodpovědět konkrétní klinickou otázku a nevyšetřovat celý plod.
2. Podrobné celkové vyšetření, kdy hodnotíme standardizovaným způsobem celou fetální anatomii a to podobným způsobem, jak je specifikováno v Doporučení ISUOGu u provádění druhotrimetrálního ultrazvukového screeningu⁵ (nebo v souladu s jinými, lokálně platnými doporučeními) (Tabulka 3). Tento typ vyšetření může zahrnovat i vyšetření struktur, u kterých je MR méně výtěžné než ultrazvuk, např. srdeční struktury. Extrafe-

tální struktury, jako např. pupečník, placenta, děložní cervix a plodová voda (množství a intenzita signálu) bychom měli zhodnotit vždy, pokud je to klinicky indikováno. Struktury, které nejsou rutinně během vyšetření hodnoceny, je nutno ve zprávě jednoznačně specifikovat.

V Tabulce 3 je uvedena doporučená struktura standardizované zprávy (GOOD PRACTICE POINT).

Vzhledem k tomu, že MR není obvykle první vyšetření plodu, které těhotná podstoupila, ale bývá doplňující metodou po předchozím druhotrimetrálním ultrazvukovém vyšetření,³¹ hlavní důraz by měl být při vyšetření kladen na ty struktury, které lze ultrazvukem hodnotit hůře. Podrobné zhodnocení anatomie plodu lze provést na vyžádání.

AUTOŘI DOPORUČENÍ

D. Prayer*, Division of Neuroradiology and Musculoskeletal Radiology, Department of Radiology, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

G. Malinger*, Division of Ultrasound in Obstetrics & Gynecology, Lis Maternity Hospital, Sourasky Medical Center and Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

P. C. Brugger, Division of Anatomy, Center for Anatomy and Cell Biology, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

C. Cassady, Texas Children's Hospital and Fetal Center, Houston, TX, USA

L. De Catte, Department of Obstetrics & Gynecology, University Hospitals Leuven, Leuven, Belgium

B. De Keersmaecker, Department of Obstetrics & Gynecology, University Hospitals Leuven, Leuven, Belgium

G. L. Fernandes, Fetal Medicine Unit, Department of Obstetrics, ABC Medicine University, Santo Andre, Brazil

P. Glanc, Departments of Radiology and Obstetrics & Gynecology, University of Toronto and Sunnybrook Research Institute, Obstetrical Ultrasound Center, Department of Medical Imaging, Body Division, Sunnybrook Health Sciences Centre, Toronto, Canada

L. F. Gonçalves, Fetal Imaging, William Beaumont Hospital, Royal Oak and Oakland University William Beaumont School of Medicine, Rochester, MI, USA

G. M. Gruber, Division of Anatomy, Center for Anatomy and Cell Biology, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

S. Laifer-Narin, Division of Ultrasound and Fetal MRI, Columbia University Medical Center - New York Presbyterian Hospital, New York, NY, USA

W. Lee, Department of Obstetrics and Gynecology, Baylor College of Medicine and Texas Children's Pavilion for Women, Houston, TX, USA

A.-E. Millischer, Radiodiagnostics Department, Hôpital Necker-Enfants Malades, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, Université Paris Descartes, Paris, France

M. Molho, Diagnostique Ante Natal, Service de Neuroradiologie, CHU Sud Réunion, St Pierre, La Réunion, France

J. Neelavalli, Department of Radiology, Wayne State University School of Medicine, Detroit, MI, USA

L. Platt, Department of Obstetrics and Gynecology, David Geffen School of Medicine, Los Angeles, CA, USA

D. Pugash, Department of Radiology, University of British Columbia and Department of Obstetrics and Gynecology, BC Women's Hospital, Vancouver, Canada

P. Ramaekers, Prenatal Diagnosis, Department of Obstetrics and Gynecology, Ghent University Hospital, Ghent, Belgium

L. J. Salomon, Department of Obstetrics, Hôpital Necker-Enfants Malades, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, Université Paris Descartes, Paris, France

M. Sanz, Department of Obstetrics and Gynecology, Baylor College of Medicine and Texas Children's Pavilion for Women, Houston, TX, USA

I. E. Timor-Tritsch, Division of Obstetrical & Gynecological Ultrasound, NYU School of Medicine, New York, NY, USA

B. Tutschek, Department of Obstetrics & Gynecology, Medical Faculty, Heinrich Heine University, Düsseldorf, Germany and Prenatal Zürich, Zürich, Switzerland
D. Twickler, University of Texas Southwestern Medical Center, Dallas, TX, USA

M. Weber, Division of Neuroradiology and Musculoskeletal Radiology, Department of Radiology, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

R. Ximenes, Fetal Medicine Foundation Latin America, Centrus, Campinas, Brazil

N. Raine-Fenning, Department of Child Health, Obstetrics & Gynaecology, School of Medicine, University of Nottingham and Nurture Fertility, The Fertility Partnership, Nottingham, UK

*D. P. and G. M. contributed equally to this article.

CITACE

Jak citovat tento článek: Prayer D, Malinge G, Brugger PC, Cassidy C, De Catte L, De Keersmaecker B, Fernandes GL, Glanc P, Goncalves LF, Gruber GM, Laifer-Narin S, Lee W, Millischer A-E, Molho M, Neelavalli J, Platt L, Pugash D, Ramaekers P, Salomon LJ, Sanz M, Timor-Tritsch IE, Tutschek B, Twickler D, Weber M, Ximenes R, Raine-Fenning N. ISUOG Practice Guidelines: performance of fetalmagnetic resonance imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017. DOI: 10.1002/uog.17412.

LITERATURA

- Hedrick HL, Flake AW, Crombleholme TM, Howell LJ, Johnson MP, Wilson RD, Adzick NS. History of fetal diagnosis and therapy: Children's Hospital of Philadelphia experience. *Fetal Diagn Ther* 2003; 18: 65–82.
- Jokhi RP, Whitby EH. Magnetic resonance imaging of the fetus. *Dev Med Child Neurol* 2011; 53: 18–28.
- Malinge G, Lev D, Lerman-Sagie T. Is fetal magnetic resonance imaging superior to neurosonography for detection of brain anomalies? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 317–321.
- Sonographic examination of the fetal central nervous system: guidelines for performing the 'basic examination' and the 'fetal neurosonogram'. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 29: 109–116.
- Salomon LJ, Alfirevic Z, Berghella V, Bilardo C, Hernandez-Andrade E, Johnsen SL, Kalache K, Leung KY, Malinge G, Munoz H, Prefumo F, Toi A, Lee W. Practice guidelines for performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 37: 116–126.
- Jakab A, Pogledic I, Schwartz E, Gruber G, Mitter C, Brugger PC, Langs G, Schopf V, Kasprian G, Prayer D. Fetal cerebral magnetic resonance imaging beyond morphology. *Semin Ultrasound CT MR* 2015; 36: 465–475.
- Ray JG, Vermeulen MJ, Bharatha A, Montanera WJ, Park AL. Association between MRI exposure during pregnancy and fetal and childhood outcomes. *JAMA* 2016; 316: 952–961.
- Bouyssi-Kobar M, du Plessis AJ, Robertson RL, Limperopoulos C. Fetal magnetic resonance imaging: exposure times and functional outcomes at preschool age. *Pediatr Radiol* 2015; 45: 1823–1830.
- Victoria T, Jaramillo D, Roberts TP, Zarnow D, Johnson AM, Delgado J, Rubesova E, Vossough A. Fetal magnetic resonance imaging: jumping from 1.5 to 3 tesla (preliminary experience). *Pediatr Radiol* 2014; 44: 376–386; quiz 373–375.
- Patenaude Y, Pugash D, Lim K, Morin L, Bly S, Butt K, Cargill Y, Davies G, Denis N, Hazlitt G, Naud K, Ouellet A, Salem S. The use of magnetic resonance imaging in the obstetric patient. *J Obstet Gynaecol Can* 2014; 36: 349–363.
- Cannie MM, Keyzer FD, Laere SV, Leus A, de Mey J, Fourneau C, Ridder FD, Cauteren TV, Willekens I, Jani JC. Potential heating effect in the gravid uterus by using 3-T MR imaging protocols: Experimental study in miniature pigs. *Radiology* 2016; 279: 754–761.
- Garel C. *MRI of the Fetal Brain: Normal Development and Cerebral Pathologies*. Springer: Berlin, Heidelberg, 2004.
- Reddy UM, Abuhamad AZ, Levine D, Saade GR. Fetal imaging: Executive summary of a Joint Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development, Society for Maternal-Fetal Medicine, American Institute of Ultrasound in Medicine, American College of Obstetricians and Gynecologists, American College of Radiology, Society for Pediatric Radiology, and Society of Radiologists in Ultrasound Fetal Imaging Workshop. *Am J Obstet Gynecol* 2014; 210: 387–397.
- Malinge G, Ben-Sira L, Lev D, Ben-Aroya Z, Kidron D, Lerman-Sagie T. Fetal brain imaging: a comparison between magnetic resonance imaging and dedicated neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 23: 333–340.
- Malinge G, Kidron D, Schreiber L, Ben-Sira L, Hoffmann C, Lev D, Lerman-Sagie T. Prenatal diagnosis of malformations of cortical development by dedicated neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 29: 178–191.
- Melchiorre K, Bhide A, Gika AD, Pilu G, Papageorghiou AT. Counseling in isolated mild fetal ventriculomegaly. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 34: 212–224.
- Moutard ML, Kieffer V, Feingold J, Lewin F, Baron JM, Adamsbaum C, Gelot A, Isapof A, Kieffer F, de Villemeur TB. Isolated corpus callosum agenesis: a ten-year follow-up after prenatal diagnosis (how are the children without corpus callosum at 10 years of age?). *Prenat Diagn* 2012; 32: 277–283.
- Guibaud L, Larroque A, Ville D, Sanlaville D, Till M, Gaucherand P, Pracros JP, des Portes V. Prenatal diagnosis of 'isolated' Dandy-Walker malformation: imaging findings and prenatal counselling. *Prenat Diagn* 2012; 32: 185–193.
- Griffiths PD, Sharrack S, Chan KL, Bamfo J, Williams F, Kilby MD. Fetal brain injury in survivors of twin pregnancies complicated by demise of one twin as assessed by in utero MR imaging. *Prenat Diagn* 2015; 35: 583–591.
- Jatzko B, Rittenschober-Bohm J, Mailath-Pokorny M, Worda C, Prayer D, Kasprian G, Worda K. Cerebral lesions at fetal magnetic resonance imaging and neurologic outcome after single fetal death in monozygotic twins. *Twin Res Hum Genet* 2015; 18: 606–612.
- Twickler DM, Magee KP, Caire J, Zaretsky M, Fleckenstein JL, Ramus RM. Second-opinion magnetic resonance imaging for suspected fetal central nervous system abnormalities. *Am J Obstet Gynecol* 2003; 188: 492–496.
- Shellock FG, Crues JV. MR procedures: biologic effects, safety, and patient care. *Radiology* 2004; 232: 635–652.
- Salomon LJ, Alfirevic Z, Bilardo CM, Chalouhi GE, Ghi T, Kagan KO, Lau TK, Papageorghiou AT, Raine-Fenning NJ, Stirnemann J, Suresh S, Tabor A, Timor-Tritsch IE, Toi A, Yeo G. ISUOG practice guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41: 102–113.
- Kienzl D, Berger-Kulemann V, Kasprian G, Brugger PC, Weber M, Bettelheim D, Pusch F, Prayer D. Risk of inferior vena cava compression syndrome during fetal MRI in the supine position - a retrospective analysis. *J Perinat Med* 2014; 42: 301–306.
- Leithner K, Prayer D, Porstner E, Kapusta ND, Stammner-Safar M,

- Krampl-Bettelheim E, Hilger E. Psychological reactions related to fetal magnetic resonance imaging: a follow-up study. *J Perinat Med* 2013; 41: 273–276.
26. Brugger PC, Stuhr F, Lindner C, Prayer D. Methods of fetal MR: beyond T2-weighted imaging. *Eur J Radiol* 2006; 57: 172–181.
27. Asenbaum U, Brugger PC, Woitek R, Furtner J, Prayer D. [Indications and technique of fetal magnetic resonance imaging]. *Radiologie* 2013; 53: 109–115.
28. Prayer D, Brugger PC, Kasprian G, Witzani L, Helmer H, Dietrich W, Eppel W, Langer M. MRI of fetal acquired brain lesions. *Eur J Radiol* 2006; 57: 233–249.
29. Weidner M, Hagelstein C, Debus A, Walleyo A, Weiss C, Schoenberg SO, Schaible T, Busing KA, Kehl S, Neff KW. MRI-based ratio of fetal lung volume to fetal body volume as a new prognostic marker in congenital diaphragmatic hernia. *AJR Am J Roentgenol* 2014; 202: 1330–1336.
30. Zamora IJ, Sheikh F, Cassady CI, Olutoye OO, Mehollin-Ray AR, Ruano R, Lee TC, Welty SE, Belfort MA, Ethun CG, Kim ME, Cass DL. Fetal MRI lung volumes are predictive of perinatal outcomes in fetuses with congenital lung masses. *J Pediatr Surg* 2014; 49: 853–858; discussion 858.
31. Yagel S, Cohen SM, Porat S, Daum H, Lipschuetz M, Amsalem H, Messing B, Valsky DV. Detailed transabdominal fetal anatomic scanning in the late first trimester versus the early second trimester of pregnancy. *J Ultrasound Med* 2015; 34: 143–149.

DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE NA INTERNETU

Následující doplňující informace lze nalézt v online verzi tohoto článku.

Appendix S1 Dotazníkové šetření, které bylo provedeno mezi členy Skupiny pro fetální MR ISUOGu v roce 2014.