

VYUŽITÍ DVOUFÁZOVÉ 3 T MRI ANGIOGRAFIE V PLÁNOVÁNÍ OPERAČNÍ LÉČBY U NÁDORŮ LEDVIN

ROLE OF BIPHASIC 3 T MRI ANGIOGRAPHY IN PLANNING FOR KIDNEY TUMOR SURGERY

Milan Hora¹, Petr Stránský¹,
Ivan Trávníček¹, Tomáš Ůrge¹,
Viktor Eret¹, Boris Kreuzberg², Jan Baxa²,
Hynek Mírka², Ondřej Hes³, Jan Kastner²,
Jiří Ferda²

¹Urologická klinika LF UK a FN Plzeň

²Klinika zobrazovacích metod LF UK
a FN Plzeň

³Šiklův patologicko-anatomický ústav
LF UK a FN Plzeň

Došlo: 29. 4. 2013.

Přijato: 29. 5. 2013.

Kontaktní adresa

prof. MUDr. Milan Hora, Ph.D.
Urologická klinika LF UK a FN
E. Beneše 13, 305 99 Plzeň
e-mail: horam@fnplzen.cz

Podpořeno MZ ČR – RVO (Fakultní nemocnice Plzeň – FNPL, 00669806) a Programem rozvoje vědních oborů Karlovy Univerzity (projekt P36).

Střet zájmů: žádný.

Souhrn

Hora M, Stránský P, Trávníček I, Ůrge T, Eret V, Kreuzberg B, Baxa J, Mírka H, Hes O, Kastner J, Ferda J. Využití dvoufázové 3 T MRI angiografie v plánování operační léčby u nádorů ledvin

Úvod:

Výhody zobrazení nádorů ledviny u MRI vs. CT jsou urologům dobře známy. MRI dvoufázová angiografie (MRA) pro plánování taktiky operačního výkonu však zatím urology nebyla u 1,5 T přístrojů využívána pro nedokonalé zobrazení. 3 T MRA díky technickému vylepšení oproti 1,5 T dovoluje díky kratšímu akvizičnímu času a vyššímu prostorovému rozlišení i provedení poměrně kvalitní rekonstrukce cévního systému ledviny. Cílem sdělení je informovat o zkušenostech s 3 T MRA.

Metodika:

V období 4/2011 až 3/2013 bylo vyšetřeno 155 pacientů s tumorem ledviny pomocí 3 T MRI (Magnetom SKYRA 3 T, Siemens). Z nich 144 mělo provedeno CT vyšetření, 34 z nich včetně angiografie – CTA (21,9 %). U 142 (91,6 %) s MRA byl nález srovnán s peroperačním zhodnocením cév (u 33 s CTA).

Výsledky:

Aberantní renální tepny byly u 25,2 % vpravo a 19,4 % vlevo, aberantní renální žíly ve 22,6 % vpravo a 4,5 % vlevo. 3 T MRA souhlasilo s peroperačním nálezem v 90,8 % (129/142), CTA v 90,9 % (30/33). Nezachyceny byly vždy aberantní cévy. MRA a CTA se shodovaly v 88,2 % (30/34), přičemž vždy MRA oproti CTA nezachytilo drobné aberantní cévy.

Závěr:

1. 3 T MRA je schopno zobrazit detailně cévní zásobení ledviny včetně topografických vzta-

hů cév. 2. Oproti CTA ale častěji nezobrazí drobné aberantní cévy. Subjektivně hodnoceno, 3. CTA lze lépe reprodukovat urologem a 4. kvalita 3D rekonstrukcí 3TMRA je hodně závislá na erudici radiologa. 5. 3 T MRA lze užít k plánování operačních výkonů na ledvině, nicméně CTA zůstává zlatým standardem.

Klíčová slova:

CT, MRI, angiografie, nádory ledvin, nefrektomie, laparoskopie.

Summary

Hora M, Stránský P, Trávníček I, Üрге T, Eret V, Kreuzberg B, Baxa J, Mírka H, Hes O, Kastner J, Ferda J. Role of biphasic 3 T MRI angiography in planning for kidney tumor surgery

Aim:

Urologists are aware of the advantages of using MRI for imaging renal tumors compared to computerized tomography (CT). To date, MRI biphasic angiography (MRA) has not been used for planning surgeries due to the low resolution of 1.5T machines. Recent technical improvements in 3T MRA enable shorter acquisition time and higher spatial resolution compared to 1.5T MRA. This allows for relatively high quality reconstruction of renal vessels. We present our experience using a 3T MRA.

Methods:

This study analyzed 155 patients with kidney tumors, who underwent 3T MRI (Magnetom SKYRA 3T, Siemens), between April 2011 and March 2013. Of the 155 patients, 144 were also examined with CT, 34 including CT angiography – CTA (21.9%). In 142 (91.6%) MRA was

compared with detailed intraoperative assessment of renal vessels (33 with CTA).

Results:

Aberantní renální tepny byly u 25,2 % vpravo a 19,4 % vlevo, aberantní renální žíly ve 22,6 % vpravo a 4,5 % vlevo. 3 T MRA souhlasilo s peroperačním nálezem v 90,8 % (129/142), CTA v 90,9 % (30/33). Nezachyceny byly vždy aberantní cévy. MRA a CTA se shodovaly v 88,2 % (30/34), přičemž vždy MRA oproti CTA nezachytilo drobné aberantní cévy.

Aberrant renal arteries were found on the right side in 25.2% cases and on the left side in 19.4% cases. Aberrant renal veins were documented in 22.6% and 4.5% cases on the right and left side respectively. In 90.8% (129/142) of cases, 3T MRA was confirmed by peroperative findings, and 90.9% (30/33) was found using CTA. In some cases MRA failed to identify aberrant vessels. MRA and CTA agreed in 88.2% (30/34) of cases; in 4 cases, small aberrant vessels were documented by CTA but not MRA.

Conclusion:

1. A 3T-MRA gives detailed information about the renal vasculature including its topographical anatomy. 2. With MRA, small aberrant vessels were missed more frequently than with CTA. 3. Our subjective assessment indicates that CTA can be reproduced better by urologists. 4. The quality of the 3D reconstruction is highly dependent on the skills of the radiologist. 5. A 3T MRA may be used for planning of laparoscopic surgeries, however CTA remains the gold standard.

Key words:

CT, MRI, angiography, kidney tumours, nephrectomy, laparoscopy.

ÚVOD

U operační léčby nádorů ledvin je vždy výhodou znalost cévního zásobení ledviny. Potřebujeme znát nejen počet a lokalizaci arterií a žil, ale i jejich vzájemný vztah. Detailní znalost cévního zásobení oceníme zejména

u laparoskopických výkonů, a to dvojnásob u resekčních výkonů. Standardem k zobrazení cévního zásobení ledviny se stala dvoufázová CT angiografie (CTA) (1–3). U zobrazení vlastních nádorů ledvin lze někdy s výhodou

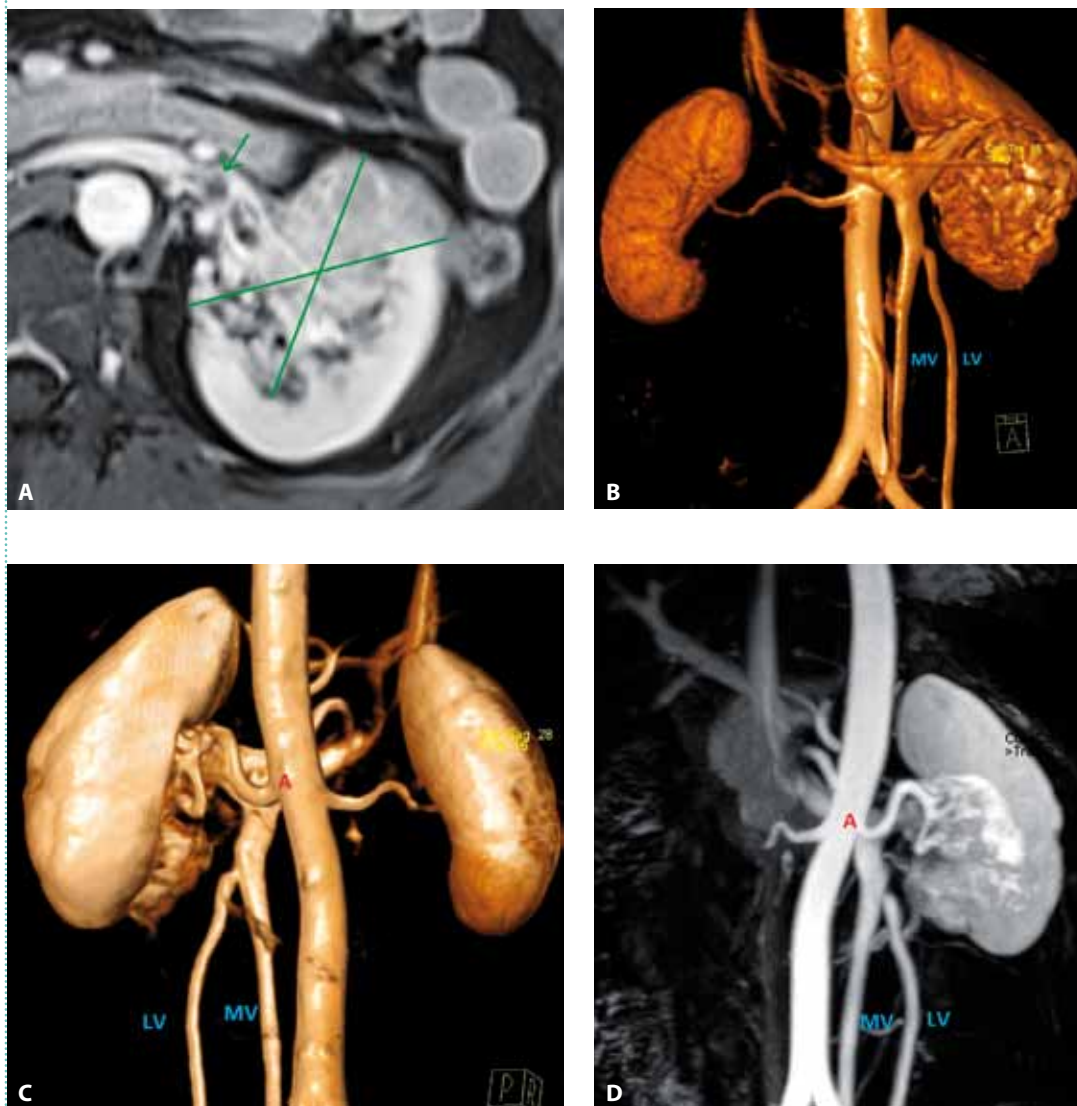
užít místo CT magnetickou rezonanci (MRI) (4, 5). Není zde radiální zátěž, riziko alergické reakce a nefrotoxicita jodové kontrastní látky, je lepší zobrazení cystických lézí. Nevýhodou je zejména horší dostupnost vyšetření, delší čas vyšetření, vyšší cena, nemožnost provést při přítomnosti železa v těle, riziko rozvoje nefrogenní systémové fibrózy po podání gadolinia a horší reprodukovatelnost samotnými urology (4–7). Zobrazení cévního zásobení staršími typy MRI přístrojů se silou magnetického pole 0,5 a 1,5 Tesla (T) nebylo ale dostatečně kvalitní a nebylo v urologické praxi příliš využíváno. Nové přístroje 3 T však přináší nové možnosti zobrazení cévního zásobení (6–8). V článku prezentujeme naše zkušenosti s aplikací dvoufázové angiografie pomocí 3 T MRI (MRA).

METODIKA

Do studie byli zařazováni pacienti s tumorem ledviny plánovaným k operační léčbě. Většina z nich byla odeslána ze spádových nemocnic s již provedeným pouze 2D (dvoudimenzionální) multidetektorového (MD) CT. U pacientů vyšetřovaných primárně ve FN Plzeň byla součástí CT většinou i prostorová 3D rekonstrukce cévního systému (dvoufázová CTA). Technika CTA byla popsána dříve (2, 3). Před 3 T MRA byl podepsán informovaný souhlas. Projekt byl schválení lokální etickou komisí LF UK a FN Plzeň.

Technika vyšetření MRA byla popsána dříve (6, 7). Ve zkratce je následující: K vyšetření byl použit přístroj magnetické rezonance se silou magnetického pole 3 T (Magnetom Skyra, Siemens, Erlangen, Německo) za pomoci tělové phased array multielementové cívk. Vyšetřovací protokol zahrnoval zobrazení nejprve nativními sekvencemi s použitím T2 vážených obrazů (HASTE – Half Fourier Acquisition Single Shot Turbo Spin Echo), difuzního zobrazení, T1 vážených obrazů s použitím spoiled-gradient echa a techniky in-phase a opposed phase. A dále nativní sekvence T1 vážených obrazů s použitím 3D sekvence gradientního echa (VIBE – volume interpolated breath-hold examination). Následovalo dynamické zobrazení po podání kontrastní látky. Vlastní vyšetřovací protokol pro zobrazení cévního zásobení ledviny byl prováděn ve třech fázích po aplikaci gadoliniové kontrastní látky v dávce 0,5 mmol/kg intravenózně (gadobenat di-

meglumin – Multihance®, Bracco, Milano, Itálie). Kontrastní látka byla podána bolusovou technikou. Vlastní sekvencí bylo T1 vážené zobrazení pomocí rychlé gradientní sekvence (FLASH – fast low-angle single shot) s prostorovým rozlišením $1,1 \times 1,2 \times 1,2$ mm a centrickým načítáním K prostoru (time-to center 4 s). Celá sada dynamického zobrazení obsahovala nativní masku a poté tři jednotlivá zobrazení v arteriální, arteriovenózní a venózní fázi. Spuštění kontrastní studie bylo časováno pomocí techniky bolus-tracking, zahájení měření fáze bylo v okamžiku, kdy byla kontrastní látkou nasycena horní část abdominální aorty. Arteriovenózní a venózní fáze byly spuštěny v odstupech 25 a 45 s od začátku skenování v arteriální fázi. Po dynamické fázi zobrazení byla provedena zobrazení v nefrografické fázi sycení renálního parenchymu, dále při čekání na vylučovací fázi byla doplněna zobrazení T2 váženými obrazy rychlého spinového echa (TSE) – technikou synchronizované akvizice při volném dýchání. Posledním zobrazením bylo zachycení vylučovací fáze s odstupem 10 minut od aplikace kontrastní látky. Pro zobrazení cévního zásobení ledviny byla jednak využívána data naměřených zobrazení, ale pro rekonstrukci trojrozměrných angiogramů byly využívány obrazy subtrahované s využitím nativní masky. Vlastní hodnocení cévní anatomie bylo prováděno pomocí vrstevných zobrazení technikou maximum intensity projection (MIP) o šíři vrstvy 5–10 mm a dále byly rekonstruovány trojrozměrné angiogramy technikou volume rendering technique (VRT) tak, aby znázorňovaly cévní stopku, jak bude patrná při plánovaném chirurgickém výkonu. Vyšetření byla hodnocena náhodně pěti různými radiology specializovanými na MRI rekonstrukce a jeden urolog zkušený v otevřené i laparoskopické operativě nádorů ledvin a zvyklý hodnotit CT a MRI z klinického pohledu. Výsledky CT a MRA byly srovnány s peroperačním nálezem cévního zásobení. Operátor vždy podrobně popsal v operačním protokolu cévní zásobení. Nálezy cévních struktur byly operátorem v případě zajímavých nálezů dokumentovány peroperačními fotografiemi, a to zejména při laparoskopii. Peroperační nález byl srovnán s CTA a MRI a u rozdílů byla provedena ještě retrospektivní analýza CTA/MRA. Všechny nálezy z MRA a peroperační nálezy byly korelovány vzájemně, při neshodě nálezů byla provedena ještě retrospektivní analýza MRA.

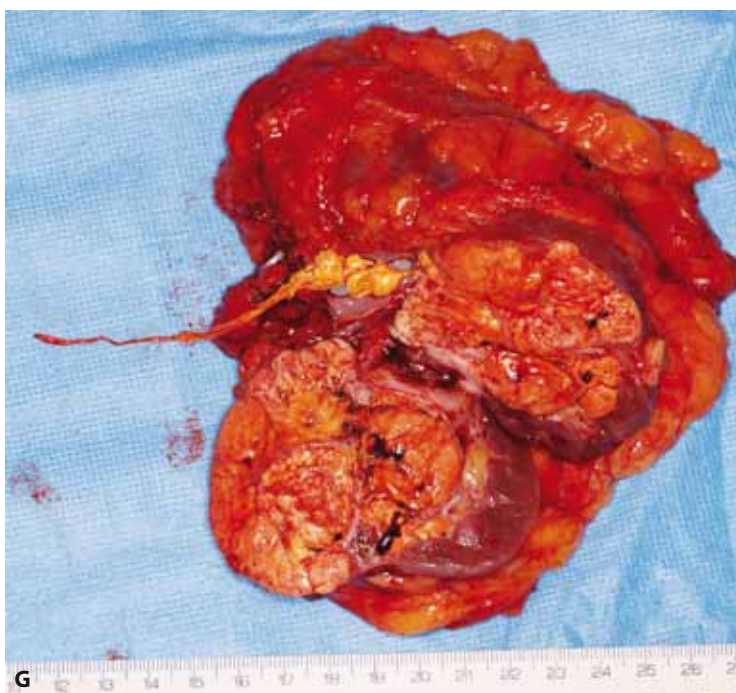
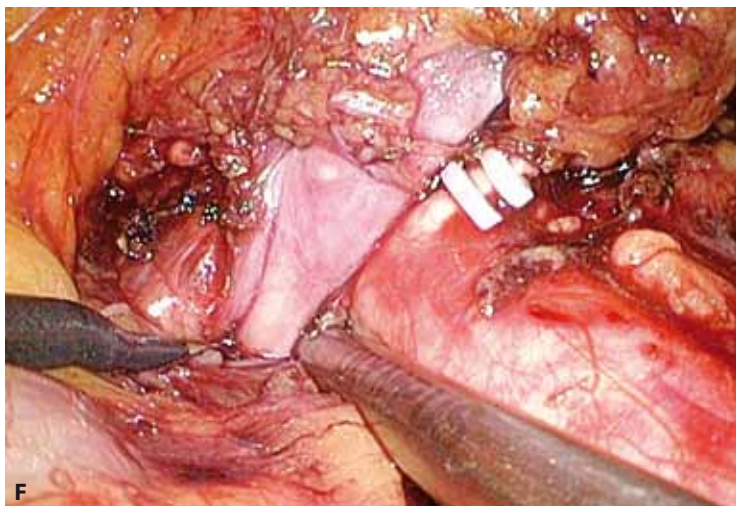
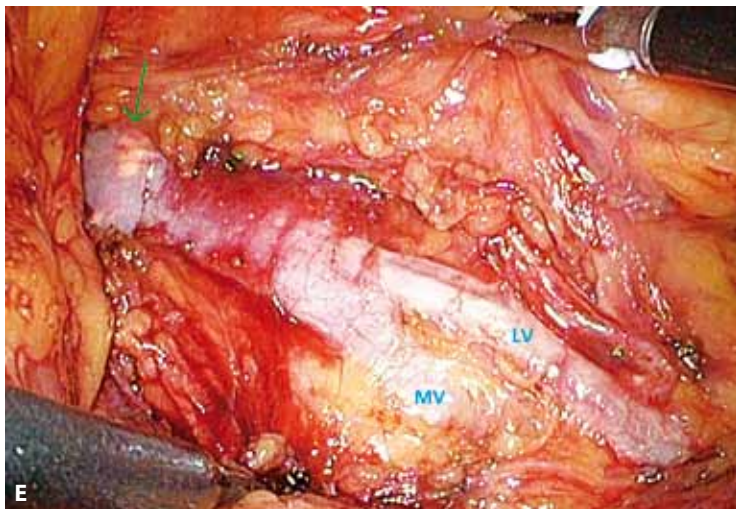


Obr. 1.

Žena 49 let s tumorem levé ledviny T3a s trombem v renální žíle. 1A – MRI axiální řez, zeleně označen tumor, zelenou šipkou trombus. 1B–D– MRA (B – pohled zepředu, C – zezadu) zobrazuje jednu tepnu (A) a anomální žilní zásobení připomínající „duplexní ovarickou žílu“: do levostranné ledvinové žíly se z kaudální strany vlévá silná žíla (mediální vena – MV), která je rudimentární levostrannou dolní dutou žílou, do ní ústí levostranná ovarická žíla (laterální žíla – LV), a také levostranné lumbální žíly. Rudimentární DDŽ je spojena s v. iliaca communis sin. – tato žíla se však vlévá hlavním tokem do pravostranné normální DDŽ. Při laparoskopii (1E) je dobře patrná „zdvojená ovarická žíla“ a i prosvítající trombus v renální žíle (označen šipkou). Po přerušení renální tepny těsně u aorty pomocí klipů (1F) je patrné, že žilní trombus je rozsáhlejší, byla provedena konverze v otevřený výkon a odstraněn dlouhý tenký trombus zasahující až do DDŽ (1G)

Fig. 1.

49-year-old woman with a tumour of the left kidney T3a with thrombus in the renal vein and anomaly of left ovarian vein. She underwent laparoscopic nephrectomy with open conversion due to advanced thrombus.





Obr. 2.

Žena s objemným tumorem vycházejícím z dolního pólu pravé ledviny s generalizací. Před cytoredukční nefrektomií provedena MRA. 2A – ukazuje arteriální fázi, 2B – venózní, při které je mj. dobře patrná mohutná drenáž z tumoru do ovarické žíly



Fig. 2.

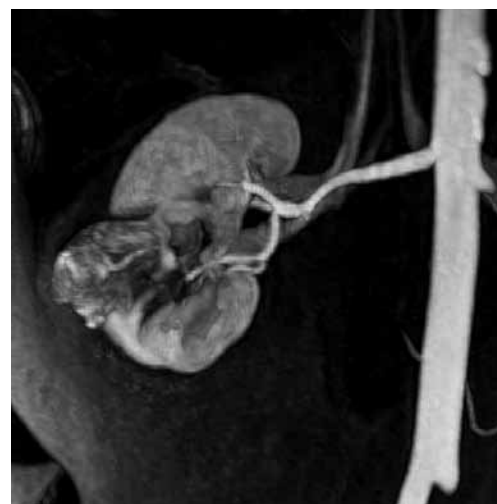
Woman with large tumour of the lower part of the right kidney T3aN0M1. 2A – arterial phase, 2B – venous phase (aberrant veins from tumour to the ovarian vein are clearly visible)

Obr. 3.

3T MRA pravé ledviny s tumorem v dolním pólu uloženým převážně intrarenálně, časné větvení renální tepny a zdvojená renální žíla

Fig. 3.

3T MRA of the right kidney with intrarenal tumour of the lower pole, early branching of the artery and duplex renal vein



V období 2 let (4/2011 až 3/2013) bylo takto vyšetřeno 155 pacientů s tumorem ledviny pomocí 3 T MRI. Pilotní studie z tohoto souboru (celkem prvních 80 pacientů) byly již publikovány (6, 7). Z provedených 155 jich 144 mělo

provedeno CT vyšetření, 34 podstoupilo i CTA (21,9 %). Operační léčba byla provedena u 151 u nich (u tří nakonec byla provedena pouze perkutánní biopsie, u jednoho od léčby zcela ustoupeno). U dalších devíti byla provedena

laparoskopická či otevřená resekce tumoru ledviny bez klampování hilových cév a bez jejich preparování. Peroperačně tedy bylo možné srovnat cévní zásobení s výsledky angiografií. Celkem je tedy k dispozici srovnání MRA a operačního zhodnocení u 142 (91,6 %).

VÝSLEDKY

Celkové výsledky udává tabulka 1 a shrnutí je v abstraktu.

DISKUSE

První otázka, jakou si při využití MRA musíme klást, je, zda MRA/CTA operatér vůbec

potřebuje, resp. zda její použití může prokazatelně zlepšit léčebné výsledky. Práce dle zásad medicíny založené na důkazech (EBM) (9) dle našeho povědomí neexistují. Z naší praxe ale víme, že detailní znalost cévního zásobení ledviny zlepšuje plánování a vlastní provedení výkonu, čímž se snižuje operační čas a riziko komplikací, což platí hlavně u laparoskopických výkonů. U laparoskopických resekcí je vhodné CTA/MRA považovat za téměř fakultativní vyšetření. Velká část pacientů je na naši kliniku posílána ze spádových nemocnic s CT bez angiografie. Nové CT samozřejmě mimo jiné kvůli radiační zátěži neindikujeme. Zde lze buď doplnit MRA, či se musí operatér spokojit s axiálními (eventuálně i koronárními) řezy CT, kdy si musí vytvořit jakousi hrubou 3D rekonstrukci operatér sám ve své mysli. Zde je výhodou, je-li lékař technického zaměření.

Tab. 1. Tabulka udávající celkové výsledky (anomálie, srovnání MRA vs. CTA vs. peroperační nález)

Table 1. Table with total results (anomalies, comparison of MRA vs. CTA vs. peroperative finding)

			Celkem	%
Celkem provedená MRA			155	100,0 %
renální tepny	vpravo	jedna	114	73,5 %
		dvě	32	20,6 %
		tři a více	7	4,5 %
		časné větvení	28	18,1 %
	vlevo	jedna	123	79,4 %
		dvě	28	18,1 %
		tři a více	2	1,3 %
		časné větvení	11	7,1 %
renální žíly	vpravo	jedna	114	73,5 %
		dvě	29	18,7 %
		tři a více	6	3,9 %
		pozdní soutok	16	3,9 %
	vlevo	jedna	138	89,0 %
		dvě	6	3,9 %
		tři a více	1	0,6 %
		pozdní soutok	15	9,7 %
další anomálie			41	26,5 %
provedené zároveň CTA			34	21,9 %
shoda CTA a MRA (30/34)				88,2 %
shoda MRA s peroperačním zhodnocením (129/142)				90,8 %
shoda CTA s peroperačním zhodnocením (30/33)				90,9 %

Pozn.: Časné větvení tepen, resp. pozdní soutok žil se vyskytoval u všech tří kategorií počtu cév. Do dalších anomálií patřily tromby renálních žil, parazitární žíly k tumoru zejména z gonadálních žil, retroaortální levá renální žíla, stenózy renálních tepen, spojky levé renální žíly do lumbálních žil, podkovovitá ledvina a další.

Vyjdeme-li z předpokladu, že angiografie má smysl, poté si musíme zodpovědět otázku, zda CTA či 3 T MRA. Jak již bylo řečeno v úvodu, MDCT je užíváno jako standardní metodika předoperačního zobrazovacího vyšetření u nádorů ledvin. Zobrazí přesně rozsah tumoru, stav spádových lymfatických uzlin, a dovoluje také dvoufázovou angiografii (tu umožňují až víceřadé přístroje se speciálním softwarovým vybavením a podmínkou je erudovaný radiolog). CTA je široce dostupná a standardizovaná metodika používaná samozřejmě nejen k zobrazení ledvinových cév (10). MRI je díky horší dostupnosti, vyšší ceně a obtížnějšímu hodnocení většinou užíváno jen ve speciálních případech: alergie na jodové kontrastní látky, zhoršené renální funkce, nejasné cystické léze a zhodnocení rozsahu nádorového trombu (7, 11). CT lze na našem pracovišti také na rozdíl od MRI kombinovat s PET (12). Pohled na využití MRI se však v brzké budoucnosti může změnit: Zkoumá se mj. možnost MRI predikovat histologický typ nádorů ledvin (13–15). O možném nahrazení CT technikou MRI při zobrazení vlastních nádorů lze již dnes s úspěchem uvažovat. Širšího užití nalézá 3 T MRI nejen na našem pracovišti, ale také v diagnostice karcinomu prostaty (16) a lze předpokládat tedy jeho lepší dostupnost. Ovšem u angiografie bude asi hegemonie CTA zatím přetrvávat. Kromě uvedených rozdílů CTA vs. MRA má totiž MRA horší výsledky, jak je diskutováno dále.

Naše práce ale i práce dalších autorů zaměřených na zhodnocení renálních cév u potenciálních dárců ledvin (7, 8, 17, 18) ukázaly, že má MRA ve srovnání s CTA zejména horší schopnost zobrazovat menší aberantní cévy. To lze vysvětlit technickými rozdíly obou metodik.

Zde se pokusíme jen zkratkovitě tyto rozdíly pro urology vysvětlit. Těmi základními jsou superpozice a nižší prostorové rozlišení MRI (6, 7). Superpozice je překrývání se cév s okolními strukturami. Hlavním problémem superpozice struktur na angiogramu je jiná dynamika vývoje kontrastu mezi cévním lumenem a okolními tkáněmi u MR a CT. Gadoliniové kontrastní látky výrazněji ovlivňují rozdíl mezi relaxivitou pozadí a cévou už při nízkých koncentracích (jde o známou skutečnost, že gadoliniové kontrastní látky jsou podávány ve velmi malém molárním množství ve srovnání s jódem podávaným při CT). Problém rychlého vzestupu koncentrace gadolinia jak v cévách, tak v dobře prokrvených orgánech,

jimiž jsou především cévní stěna, ale i retroperitoneální svaly, má výrazný vliv na diferenciaci cévních struktur na pozadí. Tento problém diferenciaci cévních struktur od pozadí je na nesubtrahovaných obrazech umocněn vysokým signálem tukové tkáně v T1 vážených obrazech. Subtrakce postkontrastního zobrazení se zobrazením před podáním kontrastní látky je metoda, která jen částečně řeší nutnost zvýšení kontrastního rozlišení, neboť subtrakce nikoliv zřídka zanáší do zobrazení subtrakční artefakty v situaci, kdy zobrazení před aplikací kontrastní látky a po jejím podání nejsou v ideálně stejné dechové exkurzi. Jelikož větší část nemocných je při vyšetření ledvin pro renální nádor ve vyšším věku, schopnost stejného nádechu mezi oběma vyšetřeními je tedy nižší a počet výraznějších artefaktů je vyšší. Složitější a náročnější postprocessing u zobrazení společně touto horší kvalitou subtrakce zobrazení může být často důvodem chybné evaluace MRA. Dalším rozdílným parametrem je prostorové (geometrické) rozlišení, které je následující: voxel je u 3T MRI $0,8 \times 0,8 \times 1,0$ mm a u multidetektorového CT (MDCT) $0,3 \times 0,3 \times 0,3$ mm. Lepší rozlišení jemných struktur je dáno nejenom fyzickým prostorovým rozlišením, ale i skutečností, že voxelový model u CT využívá mřížkové konstrukce prostoru. Mřížkový model prostoru využívá kontrast uzlových bodů mezi voxely a dovoluje odlišit objekty o velikosti jednoho voxelu fyzického prostorového rozlišení – tedy již struktury o velikosti 0,5 mm.

Z výše uvedených nevýhod MRA je nutné uvést jednu výjimku: Při subjektivním posuzování trojrozměrných zobrazení, ale i objektivně při hodnocení kontrastu v žilním systému však MRI jasně převyšovala CT vyšetření, kdy byly některé žilní variety i anomálie lépe zobrazitelné než u CT. Jedná se zejména o drobné retroperitoneální variety lumbálního ascendentního systému. U MRA se zde ukazuje výhoda vysokého signálního rozdílu mezi žílou a pozadím, protože po subtrakci v této části je dosaženo vysokého kontrastního rozlišení díky faktu, že lumbální ascendentní žilní systém se při dechových exkurzích nepohybuje (6).

V hodnocení našich výsledků jsme hodnotili celkovou přesnost jak pro arterie, tak pro žíly. Někteří výzkumníci udávají řadu paramentů (senzitivita, specifita, přesnost, pozitivní a negativní prediktivní hodnota) odděleně pro arterie a žíly. Z pohledu operátora není však toto dělení relevantní. Stejně jako

v pilotní studii s prvními 80 pacienty (7) lze konstatovat, že se výsledky neliší od výsledků udávanými jinými autory. MRA popsalo cévní zásobení komplexně přesně u 90,8 % (129/142) a CTA u 90,9 % (30/33). Toto poměrně vysoké číslo by se jevílo jinak, kdybychom provedli srovnání s klasickou angiografií a/nebo pato-logicko-anatomickou pitvou. A také by se tato vysoká čísla přesnosti změnila k horšímu, kdybychom vztáhli nepřesnosti pouze na případy s drobnými aberantními cévami a ne k celkovému počtu vyšetřených, kde většina má cévní systém bez anomálií. Ke konci diskuse je nutné ještě upozornit na podstatnou slabinu studie již výše okrajově zmíněnou. Jako nejspolehlivější metodika k verifikaci cév byla použita operační revize. Při ní však může operátor řadu cév přehlédnout z řady důvodů (při některých operacích se nerozpreparuje celý hilus až na jednotlivé větve, drobná céva může být bez povšimnutí při preparaci přerušena atd.). Bohužel přesnější metodika není k dispozici. Srovnání MRA s anatomickou pitvou není realizovatelné.

ZÁVĚR

K zobrazení cévního systému ledviny potřebujeme moderní 3 T MRI přístroje s odpoví-

dajícím softwarovým vybavením a zkušeného radiologa schopného provést složité rekonstrukce. 3 T MRA je nám schopné dát detailní informace o cévním zásobení ledviny arteriálním i venózním včetně topografické anatomie cév. Výsledky jsou obdobné jako u CTA. MRA selhává častěji při zobrazení aberantních cév než CTA. To vysvětlují technické rozdíly: CTA má lepší fyzické prostorové rozlišení (dosahuje velikosti voxelu o hraně 0,4–0,6 mm), kontrastní rozdíly mezi cévou a pozadím jsou větší, neboť renální cévy jsou uloženy v tukové retroperitoneální tkáni, která má nízkou denzitu (tedy jde o vysoký kontrast). Naopak, u MRA dochází k superpozici (překrývání) cév s okolními orgány (dáno rychlým a vysokým vychytáváním gadolinia v okolních orgánech a vysokým signálem tukové tkáně v T1 vážených obrazech). Subjektivně hodnoceno, CTA je pro urology snáze reprodukovatelné. CTA je schopné zobrazit i segmentální, eventuálně i další větve renální arterie. Kvalita zpracování MRA je vysoce závislá na erudici radiologa. MRA je tedy možné užít k plánování operací ledvin. Nicméně CTA zůstává pro zobrazení renálních cév pro nás zlatým standardem. Limitací předložené studie je malé rameno s CTA, pouze peroperační zhodnocení cév (bohužel přesná by byla jen pečlivá anatomická pitva) a subjektivní zhodnocení částí studie.

LITERATURA

1. **Patil UD, Ragavan A, Nadaraj, Murthy K, Shankar R, Bastani B, Ballas SH.** Helical CT angiography in evaluation of live kidney donors. *Nephrol Dial Transplant* 2001; 16(9): 1900–1904.
2. **Hora M, Ferda J, Kreuzberg B, Klečka J, Hes O, Chudáček Z.** Využití dvoufázové CT-angiografie při chirurgické léčbě nádorů ledvin (The use of two-phase CT-angiography in the surgical treatment of renal tumours. *Ces Urol* 2005; 9(1): 14–19.
3. **Ferda J, Hora M, Hes O, Ferdová E, Kreuzberg B.** Assessment of the kidney tumor vascular supply by two-phase MDCT-angiography. *Eur J Radiol* 2007, 62(2): 295–301.
4. **Ferda J, Hora M, Hes O, Ůrge T, Reischig T, Mírka H, Ferdová, E, Kreuzberg B, Ohlidalová K.** Využití magnetické rezonance v zobrazení renálních karcinomů u nemocných s terminálním selháním ledvin (Application of magnetic resonance in imaging of renal carcinomas in patients with terminal kidneys failure). *Ces Radiol* 2006; 60(4): 196–202.
5. **Ferda J, Kastner J, Ferdová E, Mírka H, Baxa J, Hora M, Hes O, Fínek J, Kreuzberg B.** Zobrazení solidních nádorů ledvin (Imaging of solid kidney tumors. *Ces Radiol* 2012; 66(3): 271–281.

6. **Ferda J, Hora M, Mírka H, Eret V, Kastner J, Baxa J, Kreuzberg B.** Imaging of the vascular supply in renal tumors using the contrast enhanced magnetic resonance angiography on 3T MR system [Zobrazení cévního zásobení nádorů ledvin kontrastní MR angiografií pomocí 3T MRI]. *Ces Radiol* 2011; 65(4): 245–250.
7. **Hora M, Stránský P, Trávníček I, Urge T, Eret V, Kreuzberg B, Baxa J, Mírka H, Petersson F, Hes O, Ferda J.** Three-tesla MRI biphasic angiography: a method for preoperative assessment of the vascular supply in renal tumours-a surgical perspective. *World J Urol* 2012 Apr 19 [Epub ahead of print].
8. **Kramer U, Thiel C, Seeger A, Fenchel M, Laub G, Finn PJ, Steurer W, Claussen CD, Miller S.** Preoperative evaluation of potential living related kidney donors with high-spatial-resolution magnetic resonance (MR) angiography at 3 Tesla: comparison with intraoperative findings. *Invest Radiol* 2007; 42(11): 747–755.
9. **Běhouněk P, Hora M, Klečka J.** Medicína založená na důkazech (Evidence based medicine). *Ces Urol* 2011; 15(1): 10–14.
10. **Loewe C, Becker CR, Berletti R, Cametti CA, Caudron J, Coudyzer W, De Mey J, Favat M, Heautot JF, Heye S, Hittinger M, Larralde A, Lestrat JP, Marangoni R, Nieboer K, Reimer P, Schwarz M, Scherthaner M, Lammer J.** 64-Slice CT angiography of the abdominal aorta and abdominal arteries: comparison of the diagnostic efficacy of iobitridol 350 mgI/ml versus iomeprol 400 mgI/ml in a prospective, randomised, double-blind multi-centre trial. *Eur Radiol* 2010; 20(3): 572–583.
11. **Třeška V, Hora M, Ferda J, Hes O, Ňaršanská A, Matkovčik Z.** Nádorový trombus dolní duté žíly u karcinomu ledviny (Neoplastic thrombosis of the inferior vena cava in kidney cancer). *Rozhl Chir* 2009; 88(4): 196–199.
12. **Ferda J, Ferdová E, Hora M, Hes O.** 18F-FDG-PET/CT renálního karcinomu (18F-FDG-PET/CT in renal-cell carcinoma). *Ces Radiol* 2011; 65(3): 190–195.
13. **Kim JH, Bae JH, Lee KW, Kim ME, Park SJ, Park JY.** Predicting the histology of small renal masses using preoperative dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Urology* 2012; 80(4): 872–876.
14. **Lanzman RS, Robson PM, Sun MR, Patel AD, Mentore K, Wagner AA, Genega EM, Rofsky NM, Alsop DC, Pedrosa I.** Arterial spin-labeling MR imaging of renal masses: correlation with histopathologic findings. *Radiology* 2012; 265(3): 799–808.
15. **Vargas HA, Chaim J, Lefkowitz RA, Lakhman Y, Zheng J, Moskowitz CS, Sohn MJ, Schwartz LH, Russo P, Akin O.** Renal cortical tumors: use of multiphasic contrast-enhanced MR imaging to differentiate benign and malignant histologic subtypes. *Radiology* 2012; 264(3): 779–788.
16. **Ferda J, Hora M, Hes O, Kastner J, Ferdová E, Mírka H, Baxa J, Heidenreich F, Fínek J, Kreuzberg B.** Prostate imaging with 3T MRI in patients with elevated PSA levels [Zobrazení prostaty na 3T MRI u nemocných se zvýšenou hladinou PSA]. *Ces Radiol* 2012; 66(1): 9–17.
17. **Liefeldt L, Klüner C, Glander P, Giessing M, Budde K, Taupitz M, Rogalla P, Kroencke TJ.** Non-invasive imaging of living kidney donors: intraindividual comparison of multislice computed tomography angiography with magnetic resonance angiography. *Clin Transplant* 2012; 26(4): E412–417.
18. **Engelken F, Friedersdorff F, Fuller TF, Magheli A, Budde K, Halleck F, Deger S, Liefeldt L, Hamm B, Giessing M, Diederichs G.** Pre-operative assessment of living renal transplant donors with state-of-the-art imaging modalities: computed tomography angiography versus magnetic resonance angiography in 118 patients. *World J Urol* 2013 Jan 8 [Epub ahead of print].